

기도 및 기관지의 금속스텐트 삽입술

고려대학교 의과대학 안암병원 영상의학과¹, 울산의과대학교 서울아산병원 영상의학과²
조성범¹ · 김윤환¹ · 신지훈² · 성득제¹ · 김형래¹ · 정규병¹

=Abstract=

Metallic Stent of Tracheobronchial Tree

Sung Bum Cho¹, MD, Yun Hwan Kim¹, MD, Ji Hoon Shin², MD,
Deuk Jae Sung¹, MD, Hyoung Rae Kim¹, MD, Kyu Byung Jung¹, MD

¹Department of Radiology, College of Medicine, Korea University

²Department of Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

I. 서 론

기도 및 기관지의 협착은 호흡곤란, 기침 및 객담, 반복성 폐렴의 원인이 되며 심할 경우 폐질환 없이도 호흡부전을 일으킬 수 있다.¹⁾

절제 후 문합술이 완치 방법이 될 수 있으나 전신상태 불량, 전이암 등으로 수술할 수 없는 경우가 많으며, 절제 후 남아있는 기도의 길이가 6cm 이하일 때에도 역시 수술할 수 없다. 수술이 가능한 경우라도 수술 후 문합부위에 발생하는 육아조직의 과증식과 상피화 섬유화로 인해 재협착이 발생하거나 괴사로 인해 수술 실패율이 5-15%에 이른다.²⁾ 수술적 치료이외에 전통적 치료방법으로 방사선 치료가 있으나 즉각적인 증상의 개선을 기대하기 힘들고 기관지경을 이용한 레이저 광절제술(laser photoresection), 한냉요법(cryotherapy), endobronchial core-out 등은 재개통의 효과는 좋으나 숙련된 경험을 요구하고 점막하 병변이나 외부압박에 의한 협착에는 사용할 수 없으며 기도 천공 등의 합병증을 유발할 수 있다.¹⁾³⁾⁴⁾

비수술적 방법으로서 중재적시술은 수술에 비해 비교적 안전하고 여러번 반복 시술이 가능하다. 이

중 풍선확장술(balloon dilatation)은 스텐트삽입술보다 간편하고, 특히 우리나라와 같이 결핵성 기도 협착이 많은 경우에는 일차적인 치료방법으로 사용할 수 있지만 재발율이 30~50% 정도로 높고 악성협착의 경우에는 일시적인 효과만 보이므로 사용하지 않는다.⁵⁾⁶⁾ 스텐트삽입술은 시술 후 바로 증상의 개선을 보이고 외부압박에 의한 경우에도 효과적으로 사용할 수 있기 때문에 수술이 불가능한 악성협착에는 일차적으로 사용될 수 있으며, 최근 제거 가능한 스텐트의 개발로 수술이 불가능한 양성협착에도 점점 사용이 늘어가는 추세이다.^{7)~9)}

II. 본 론

1. 적응증과 금기증

시술의 적응증은 주로 악성종양에 의한 협착이다. 악성협착의 경우 스텐트삽입술은 기본적으로 수술이 불가능한 악성종양의 경우 고식적치료(palliative treatment)를 목적으로 한다. 적응증은 다음과 같다.^{1)3)10)~14)}

extraluminal compression

submucosal disease

endobronchial tumor with patency less than 50% after laser therapy

aggressive endobronchial tumor growth and

교신저자 : 김윤환, 136-705, 서울 성북구 안암동 5가 126-1
고려대학교 의과대학 안암병원 진단방사선과
전화 : 02-920-5657 FAX : 02-929-3796
E-mail : yhkkku@kumc.or.kr

recurrence
 loss of cartilaginous support from tumor destruction
 obstruction from esophageal stenting
 tracheoesophageal fistula

양성협착의 경우도 수술이 일차적으로 고려되어야 하지만 수술이 불가능한 경우 스텐트 삽입술을 시행할 수 있다. 적응증은 다음과 같다.¹⁾³⁾⁷⁾⁹⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁶⁾

prolonged or traumatic intubation
 unsuccessful tracheal repair
 postanastomotic stricture : sleeve resection or lung transplantation
 inflammatory stricture : tuberculosis
 external compression : mediastinitis, vascular structure
 tracheobronchomalacia
 congenital stenosis
 systemic disease : relapsing polychondritis, Wegener's granulomatosis, amyloidosis

절대적인 금기증은 없으나 출혈의 위험성이 있는 환자, 출혈을 잘 일으키는 종양, 환자의 생존기간이 길지 않다고 판단될 때, 그리고 기도의 염증이 심할 때에는 스텐트의 삽입을 신중히 결정해야 한다.

2. 스텐트의 종류

현재까지 가장 많이 사용되어온 스텐트는 튜브스텐트(tube stent)로서 주로 실리콘으로 만들어져 있다. 튜브스텐트는 임상경험이 풍부하고 위치조정과 제거가 쉽다는 장점이 있지만 전신마취하에서 rigid bronchoscope를 이용하여 삽입하고 스텐트 삽입후 스텐트 이동(migration)이 잘 일어나며 mucociliary clearance를 방해하여 분비물에 의해 스텐트가 잘 막히거나 가래가 저류되는 단점이 있다. 또한 flexible bronchoscope가 개발된 이후에는 rigid bronchoscope의 이용이 줄어들고 있어 튜브스텐트 역시 사용이 줄어들고 있다.¹⁾⁷⁾¹¹⁾¹⁷⁾

금속스텐트는 1986년 Wallace가 기관지경을 이용하여 자가 팽창성 금속스텐트를 기도에 처음 설치한 이후 여러 가지 원인의 기도 협착에 많이 사용되어

왔다.¹⁸⁾ 금속스텐트는 인체에 자극이 적은 stainless steel이나 tantalum, nitinol합금으로 그물처럼 짜거나 레이저를 이용하여 재단한 것으로 스텐트를 팽창시키는 방법에 따라 풍선 팽창성스텐트(balloon-expandable stent)와 자가 팽창성스텐트(self-expandable stent)로 나눌 수 있다. 풍선 팽창성스텐트는 보통 사용할 수 있는 직경이 11-12mm로 작고 자가 팽창성이 없기 때문에 외부 압력에 의해 다시 찌부러질 수 있으며 풍선팽창시 기도 등이 손상될 수 있기 때문에 잘 사용하지 않는다.¹⁾¹⁹⁾²⁰⁾ 자가 팽창성스텐트는 풍선 팽창성스텐트에 비해 훨씬 유연하고 (flexible) 병변의 굴곡에 잘 맞고(conformability), 지속적으로 팽창하려는 성질이 있어 외부압력에 대한 저항성이 높다. 그러나 스텐트가 퍼지면서 기구안에 장전되어 있던 길이보다 짧아지는 성질(shortening)이 있어 정확한 위치에 삽입하기에는 많은 경험이 필요하다.¹⁾²¹⁾ 하지만 최근 나오는 자가 팽창성 금속스텐트는 이러한 단점을 많이 보완하여 설치가 용이해졌다. 현재 사용 가능한 자가 팽창성 금속스텐트로는 Niti-S stent(태웅메디칼, 대한민국), Song airway stent(에스앤지바이오텍, 대한민국), Wallstent(Boston Scientific, USA), Ultraflex stent(Boston Scientific, USA) 등이 있다 (Fig. 1).

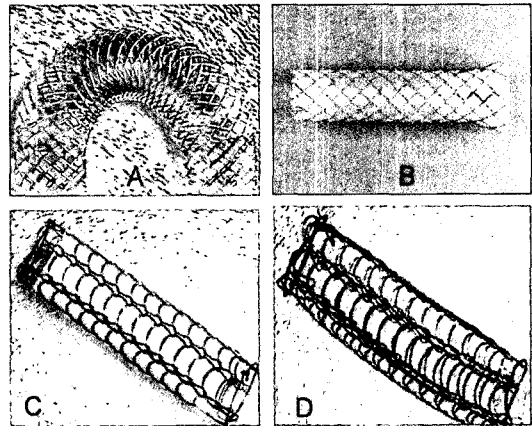


Fig. 1. A. Covered Wall stent B. Song airway stent(Retrievable) C. Covered Ultraflex stent D. Uncovered Ultraflex stent

금속스텐트는 튜브스텐트에 비해 사용하는 기구가 간편하고 쉽게 삽입할 수 있으며 전신마취가 아닌 국소마취하에서 시행할 수 있고 유연하면서도 radial

force가 강하고 튜브스텐트에 비해 내경이 넓으며 mucociliary clearance를 방해하지 않고 스텐트의 이동이 적다는 장점이 있어 그 사용이 점점 늘어나고 있는 추세이지만 한편으로는 육아조직의 형성이 잘 일어나고 스텐트의 그물눈 사이로 점막이 덮힌 후에는 제거 및 위치교정이 매우 어렵다는 단점이 있다. 또한 종양조직이나 육아조직이 스텐트의 그물눈 사이로 성장하여(ingrowth) 스텐트가 막히는 현상도 일어난다.¹⁾ 이러한 단점을 극복하기 위하여 스텐트에 silicone이나 polyurethane을 입힌 covered 스텐트가 개발되었다. covered 스텐트는 종양이나 육아조직의 ingrowth를 방지하여 장기간 개통율이 높고 설치 후 제거나 위치교정이 가능하고 기관식도누공(eosophagorespiratory fistula)의 치료에 효과적인 장점이 있다. 반면 막으로 덮여있어 migration될 수 있고 mucociliary clearance의 장애로 인해 가래가 저류될 수 있다.¹⁾²²⁾²³⁾ covered 스텐트가 uncovered 스텐트보다 스텐트 설치 후 제거하거나 위치교정이 용이하다는 장점이 있지만 튜브스텐트와 마찬가지로

제거시에는 기관지경을 사용하여야 한다. 송 등⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾²²⁾은 투시하에서 제거 및 위치교정을 보다 용이하게 할 수 있는 스텐트를 개발하였는데 이 스텐트는 polyurethane이나 silicone으로 피복되어 있고 스텐트의 한쪽 끝에 나일론실로 고리가 달려 있어 이 고리를 스텐트 제거용 갈고리(hook)로 당길 경우 스텐트 끝이 오무라져 기도의 손상없이 스텐트를 쉽게 제거할 수 있도록 고안되었다(Fig. 1, 2).

3. 금속스텐트 삽입 방법

스텐트를 삽입하기 전에 병변의 위치, 길이, 협착의 정도, 주변 기관지와의 관계 등 병변의 특성을 조사하는 것은 매우 중요하다. flexible bronchoscope을 사용하여 정확하게 조사할 수 있으나 bronchoscope이 통과하지 못할 정도로 좁아진 병변의 원위부는 조사할 수 없는 문제가 있다. 최근에 상용되고 있는 MDCT(multidetector-row CT)를 이용하면 짧은 시간안에 기관 및 기관지 병변의 영상을 얻을 수 있고 3차원(3D)으로 영상을 재구성하여 협착의 길이, 정도, 주변 기관지와의 상관관계 등 병변의 특성을 쉽게 알 수 있다(Fig. 3). 또한 bronchoscope이 통과할 수 없는 병변의 원위부의 상태를 쉽게 알 수 있으며 협착의 원인이 외부요인에 의한 것인지 아니면 내부요인에 의한 것인지 쉽게 판단할 수 있다. 최근에는 virtual bronchoscope을 이용하여 실제로 bronchoscope을 보는 것처럼 병변을 검사할 수 있게 되었다.²⁴⁾²⁵⁾

2% lidocaine 스프레이로 국소 마취를 시행하고 시술하게 되는데 이때 환자에게 될 수 있으면 숨을 깊게 들며 마시게 하여 인후부 뿐 아니라 기관 및 기관지도 일부 마취되어지게 하면 시술시 기침반사를 줄일 수 있고 환자도 편안해한다. 기관에 삽입하는 covered stent의 경우 스텐트 삽입 기구가 14 - 21F 정도로 굵기 때문에 환자는 시술 중 숨을 못 쉬게 될까봐 두려워하는 경우가 많다. 이때 환자를 안심시키는 것이 시술을 순조롭게 진행하는데 많은 도움이 되는데 현재 사용하고 있는 Song airway stent(에스앤지바이오텍)와 Niti-S stent(태웅메디칼)의 경우 직경 3-4mm의 호흡용 관(breathing tube)이 기구 내에 장착되어 있어 이 관을 통하여 스텐트 삽입시 환자는 편하게 숨을 쉴 수 있다.

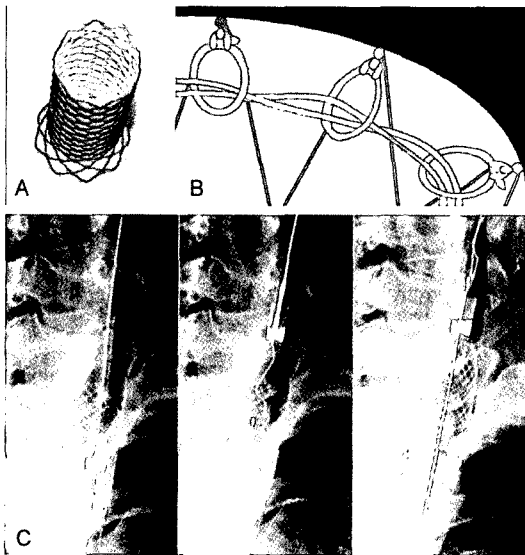


Fig. 2. Retrieval Song airway stent A, B. Multiple nylon loops are attached to the proximal inner margin of the stent and then two nylon threads are passed through each of the nylon loops to form a larger drawstring. C. While the hook wire withdraws the drawstring into the sheath, the proximal end of the stent is collapsed, then the entire assembly is pulled out.(B, C. : Reprinted with permission from Shin JH, Cardiovasc Intervent Radiol 2004;27:314-324)

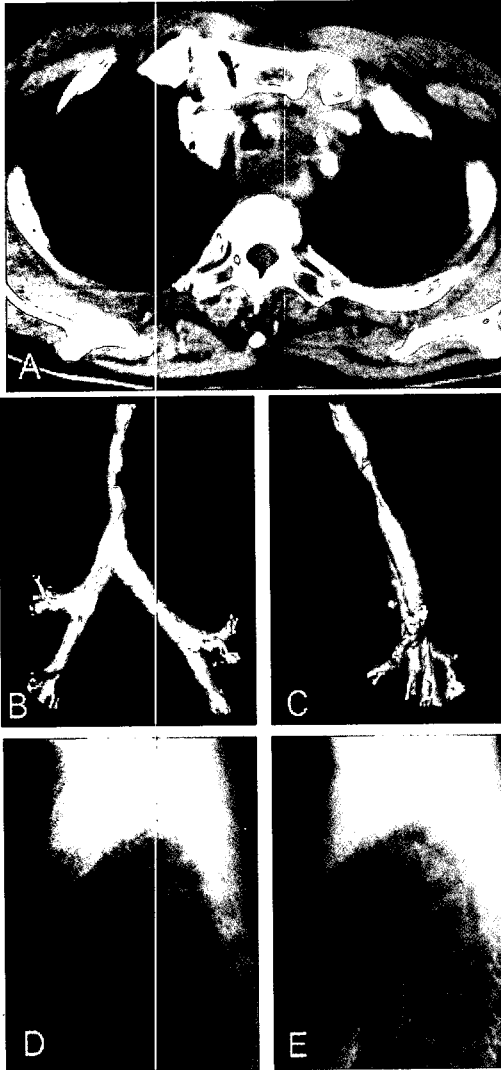


Fig. 3. Tracheal stenosis by esophageal cancer invasion. A-D. The mid to lower trachea is narrowed by esophageal cancer invasion on chest lateral view and 3-D reconstructed CT. E. After the insertion of 20mm x 7cm sized, retrievable Song airway stent, the narrowed segment is expanded.

국소마취 후 투시 유도하에 혈관조영용 카테터와 유도철사(guidewire)를 이용하여 유도철사를 협착 부위를 지나 삽입한다. 대부분 기관과 주기관의 협착 병변은 투시하에서 잘 보이지만 잘 안 보이는 경우나 더 작은 기관지의 경우에는 비이온성 조영제를 카테터를 통해 소량 주입하면 시술시 협착 부위를 잘 관찰할 수 있고 이때 방사선비투과성 마커가 붙어 있는 카테터를 사용하면 협착 길이를 정확히 측정

할 수 있다. 협착 부위의 위치를 환자 몸에 방사선비투과성 마커를 붙이거나 뒤에 보이는 척추체의 위치를 기준으로 정하여 놓는다. 이렇게 하여 협착 부위를 통과하여 유도철사를 위치시키고 협착 길이를 측정 후 유도철사를 따라 스텐트 삽입기구를 서서히 삽입시켜 그 끝단이 병변을 지나도록 위치시킨다. 협착이 심하여 기구가 들어가지 않을 경우에는 우선 풍선카테터로 협착 부위를 확장시킨 후 기구를 삽입하여야 한다. 기구 삽입 후 환자에게 호흡용 관을 통해 숨을 쉬어보라고 하여 환자의 공포심을 없애고 안정시킨 다음 다시 한번 삽입할 부분의 위치를 투시를 통해 확인하고 밀대를 고정시킨 상태에서 포피를 서서히 뒤로 당겨 스텐트를 설치한다. 스텐트의 길이는 병변의 길이보다 약 10mm 긴 것을 사용한다(Fig. 4, 5). 스텐트 삽입 후에는 기관지경으로 스텐트가 제 위치에

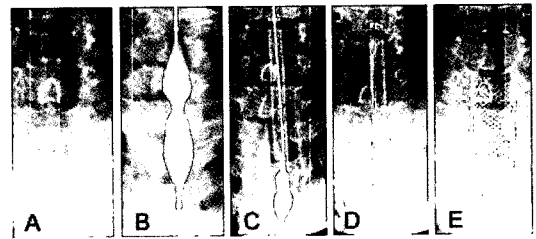


Fig. 4. The technical steps in tracheal stent insertion. A, B. In case of severe stricture, predilatation with use of a balloon dilatation catheter is needed. C. The introducer set is passed through the stricture. D. The sheath of the introducer set is pulled back while the patient respire through the breathing tube. E. The stent is fully expanded.

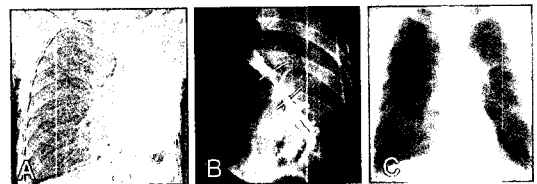


Fig. 5. A. Chest PA shows total collapse of the left lung and mediastinal shifting by bronchogenic carcinoma. B. Selective bronchography using a sizing catheter shows intraluminal tumor in the left main stem and lower lobe bronchi. A covered self-expandable nitinol stent was placed and external radiation therapy followed. C. Chest PA 16 weeks later shows complete disappearance of the left lung collapse.(B, C. : Reprinted with permission from Shin JH. Cardiovasc Intervent Radiol 2004;27:314-324)

잘 설치되었는지 검사한다. 만약 위치가 잘못되었거나 스텐트 설치후 합병증이 발생하였을 경우, 아니면 치료 후 협착이 호전되어 더 이상 스텐트가 필요없는 경우에는 스텐트 제거용 갈고리를 이용하여 스텐트를 제거하거나 위치를 교정할 수 있다(Fig. 2).

4. 결과

전체적인 금속스텐트 설치 성공률은 98-100%로 매우 높으며^{7)10)11)23)26)~33)} 악성협착의 경우 임상적인 시술성공률(clinical success rate)도 82-97%로 높게 나타난다(Fig. 5).^{10)23)26)~28)} 스텐트의 이동



Fig. 6. A, Tracheal stricture is occurred as a result of long-standing placement of tracheostomy tube. B, Song airway stent is deployed through tracheostomy. C, The stent is fully expanded and the tracheostomy tube is reinserted through the tracheal stent.

(migration)은 uncovered 스텐트를 사용한 경우 발생하지 않았으나 covered 스텐트의 경우 12-17%에서 발생하였고 스텐트 설치 후 가래가 저류되는 비율 역시 covered 스텐트의 경우 20-38%에서 보여 uncovered 스텐트의 경우(0-9%)보다 높았다. 그러나 종양이 스텐트의 그물눈사이로 자라 들어와 스텐트가 다시 막히는 경우는 uncovered 스텐트(21-24%)가 covered 스텐트(0%)보다 높았다. 신 등¹⁰⁾은 9명의 기관식도누공이 있는 환자에서 covered 스텐트를 설치하여 8명의 환자에서 누공을 완전히 차단하였고 1명의 환자에서는 완전히 차단되지는 않았지만 흡인에 의한 증상을 완화시켜 covered 스텐트가 기관식도누공의 치료에 효과적이라고 보고하였다. Walser 등²⁸⁾은 악성협착 환자에서 금속스텐트 설치 후 97%에서 임상적인 소견이 개선되었고 이러한 소견은 스텐트를 삽입한 위치(기도 및 기관, 기관지)와 관계없었으며 방사선학적 소견과 반드시 일치하지는 않는다고 하였다. 또한 심장이나 대동맥, 폐동맥이 종양에 의해 침범되었을 때는 스텐트 삽입에 의한 치료가 효과적이지 못하다고 하였다.

악성협착의 경우 임상적인 시술성공률은 88-100%로 초기효과는 우수하나(Fig. 6)^{30)~32)} 육아조직에 의한 재협착, 분절(stent fracture)등에 의한 합병증으로 인해 장기 추적결과는 아직까지는 만족스럽지 못하므로 사용시 주의를 요한다.³⁴⁾³⁵⁾ 육아조직에 의한 재협착이나, 분절등 합병증이 발생했을 때 스텐트를 제거하여야 하는데, uncovered 스텐트의 경우 제거가 매우 어렵고 스텐트 제거 시 기도의 손상이나 파열과 같은 또 다른 합병증이 생길 위험성이 크다. 송 등⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾²²⁾은 투시하에서 제거 및 위치교정을 보다 용이하게 할 수 있는 스텐트(Song airway stent)를 개발하였는데 육아조직이 자라 들어오는 것을 방지하기 위하여 polyurethane이나 silicone으로 피복되어 있고 스텐트의 한쪽 끝에 나일론실로 고리가 달려 있어 이 고리를 스텐트 제거용 훅으로 당길 경우 스텐트 끝이 오무라져 기도의 손상없이 스텐트를 쉽게 제거할 수 있도록 고안되었다. 김 등⁷⁾은 이 스텐트를 이용하여 결핵성 기관지협착환자를 치료하였는데 설치 2개월 후에 스텐트를 제거한 경우 60%에서 재협착을 보인 반면 6개월 후 스텐트를 제거한 경우에는 재협착이 발생하지 않았다고 보고하였다(Fig. 7).

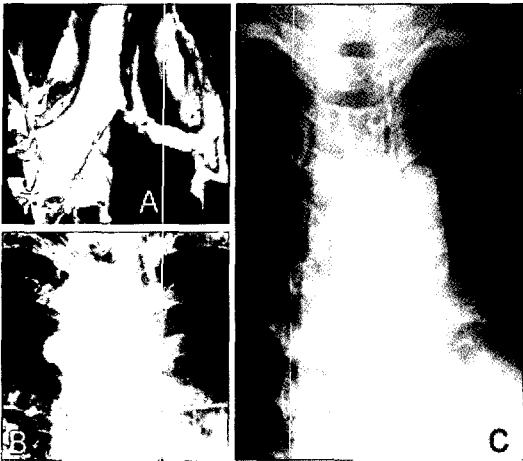


Fig. 7. A, The proximal left main bronchus is narrowed by endobronchial tuberculosis. B, Bronchial stent is placed and maintained for 6 months. C, After removal of the stent, chest PA view shows the patency of the left main bronchus during follow-up.

III. 결 론

기도나 기관지의 스텐트 설치술은 협착에 의한 호흡곤란이 있는 환자에게 매우 유용한 시술이며 특히 응급상황인 경우 더욱 그러하다. 금속스텐트는 튜브스텐트에 비하여 사용하는 기구가 간편하고 쉽게 삽입할 수 있으며 전신마취가 아닌 국소마취하에서 시행할 수 있다는 장점이 있다. 또한 쉽게 제거 가능한 금속스텐트의 개발로 악성협착뿐 아니라 양성협착에서도 금속스텐트 삽입술이 점점 많이 이용되고 있는 추세이다. 아직까지 이상적인 조건³⁶⁾에 맞는 스텐트는 없으나 자연적으로 분해되어 흡수되거나 drug-eluting, radioactive-coated 스텐트가 개발되고 있다.^{36)~39)}

중심단어 : Trachea, stenosis or obstruction
Trachea, interventional procedure

References

1. Rafanan AL, Mehta AC. *Stenting of the tracheobronchial tree*, *Radiol Clin North Am* 2000;38:395-408.
2. Grillo HC, Mathisen DJ, Wain JC. *Laryngotracheal resection and reconstruction for subglottic stenosis*, *Ann Thorac Surg* 1992;53:54-63.

3. Wood DE. *Airway stenting*, *Chest Surg Clin N Am* 2001;11:841-860.
4. Katayama A, Konishi T, Hiraishi M, Mafune K, Makuuchi M. *A combination of laser therapy, radiation therapy, and stent placement for the palliation of complete malignant bronchial obstruction*, *Surg Endosc* 1998;12:1419-1423.
5. 이상운, 광병국, 강호영, 등. 결핵성 기관지 협착증의 풍선확장술: 장, 단기 치료효과 판정. *대한방사선의학회지* 1997;37:77-81.
6. Ferretti G, Jouvan FB, Thony F, Pison C, Coulomb M. *Benign inflammatory bronchial stenosis: treatment with balloon dilation*, *Radiology* 1995;196:831-834.
7. Kim JH, Shin JH, Shim TS, Hong SJ, Ko GY, Lim JO, et al. *Results of temporary placement of covered retrievable expandable nitinol stents for tuberculous bronchial strictures*, *J Vasc Interv Radiol*, 2004 Sep;15(9):1003-8.
8. Martinez-Ballarín JI, Diaz-Jimenez JP, Csstro MJ, Moya JA. *Silicone stents in the management of benign tracheobronchial stenoses. Tolerance and early results in 63 patient*, *Chest* 1996;109:626-629.
9. Schmidt B, Olze H, Borges AC, et al. *Endotracheal balloon dilatation and stent implantation in benign stenoses*, *Ann Thorac Surg* 2001;71:1630-1634.
10. Shin JH, Kim SW, Shim TS, Jung GS, Kim TH, Ko GY, et al. *Malignant tracheobronchial strictures: Palliation with covered retrievable expandable nitinol stent*, *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:1525-1534.
11. Shin JH, Song HY, Shim TS. *Management of tracheobronchial strictures*, *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2004 Jul-Aug;27(4):314-24.
12. Belleguic C, Lena H, Briens E, Desrues B, Bretagne JF, Delaval P, et al. *Tracheobronchial stenting in patients with esophageal cancer involving the central airways*, *Endoscopy* 1999 Mar;31(3):232-236.
13. Freitag L, Tekolf E, Steveling H, Donovan TJ, Stamatis G. *Management of malignant esophago-*

- tracheal fistulas with airway stenting and double stenting. Chest. 1996 Nov;110(5):1155-1160.*
14. Nicholson DA. *Tracheal and oesophageal stenting for carcinoma of the upper oesophagus invading the tracheo-bronchial tree. Clin Radiol. 1998 Oct;53(10):760-763.*
 15. Furman RH, Backer CL, Dunham ME, Donaldson J, Mavroudis C, Holinger LD. *The use of balloon-expandable metallic stents in the treatment of pediatric tracheomalacia and bronchomalacia. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1999 Feb;125(2):203-207.*
 16. Han JK, Im JG, Park JH, Han MC, Kim YW, Shim YS. *Bronchial stenosis due to endobronchial tuberculosis: successful treatment with self-expanding metallic stent. AJR Am J Roentgenol. 1992 Nov;159(5):971-972.*
 17. Bolliger CT, Probst R, Yschopp K, Soler M, Perruchoud AP. *Silicone stents in the management of inoperable tracheobronchial stenoses. Indications and limitations. Chest 1993;104:1653-1659.*
 18. Wallace MJ, Charnsangavej C, Ogawa K, Carrasco CH, Wright KC, McKenna R, McMurtrey M, Gianturco C. *Tracheobronchial tree: expandable metallic stents used in experimental and clinical applications. Work in progress. Radiology. 1986 Feb;158(2):309-312.*
 19. Perini S, Gordon RL, Golden JA, et al. *Deformation and migration of Palmaz stents after placement in the tracheobronchial tree. J Vasc Interv Radiol 1999 Feb;10:209-215*
 20. Slonim SM, Razavi M, Kee S, et al. *Transbronchial Palmaz stent placement for tracheo-bronchial stenosis. J Vasc Interv Radiol 1998 Jan-Feb;9:153-160.*
 21. Bolliger CT, Heitz M, Hauser R, Probst R, Perruchoud AP. *An Airway Wallstent for the treatment of tracheobronchial malignancies. Thorax 1996 Nov;51(11):1127-1129.*
 22. Song HY, Shim TS, Kang SG, et al. *Tracheobronchial strictures : treatment with a polyurethane-covered retrievable expandable nitino stent-initial experience. Radiology 1999;213:905-912.*
 23. Monnier P, Mudry A, Stanzel F, et al. *The use of the covered Wallstent for the palliative treatment of inoperable tracheobronchial cancers. A prospective, multicenter study. Chest 1996;110:1161-1168.*
 24. Boiselle PM, Ernst A. *Recent advances in central airway imaging. Chest. 2002 May;121(5):1651-1660.*
 25. Boiselle PM, Ernst A. *State-of-the-art imaging of the central airways. Respiration. 2003 Jul-Aug;70(4):383-394.*
 26. Sawada S, Tanigawa N, Kobayashi M, Furui S, Ohta Y. *Malignant tracheobronchial obstructive lesions: treatment with Gianturco expandable metallic stents. Radiology 1993;188:205-208.*
 27. Miyazawa T, Yamakodo M, Ikeda S. *Implantation of ultraflex nitinol stents in malignant tracheobronchial stenoses. Chest 2000;118:959-965.*
 28. Walser EM, Robinson B, Raza SA, Ozkan OS, Ustuner E, Zwischenberger J. *Clinical outcomes with airway stents for proximal versus distal malignant tracheobronchial obstructions. J Vasc Interv Radiol. 2004 May;15(5):471-477.*
 29. Madden BP, Datta S, Charokopos N. *Experience with Ultraflex expandable metallic stents in the management of endobronchial pathology. Ann Thorac Surg. 2002 Mar;73(3):938-944.*
 30. 김용수, 전석철, 최철승, 최요원, 함창국. 자가 확장성 금속 스텐트를 이용한 기도 기관지 협착의 치료. 대한방사선의학회지 1994;31:35-41.
 31. Orons PD, Amesur NB, Dauber JH, Zajko AB, Keenan RJ, Iacono AT. *Balloon dilation and endobronchial stent placement for bronchial strictures after lung transplantation. J Vasc Interv Radiol. 2000 Jan;11(1):89-99.*
 32. Eisner MD, Gordon RL, Webb WR, Gold WM, Hilal SE, Edinburgh K, Golden JA. *Pulmonary function improves after expandable metal stent*

- placement for benign airway obstruction. Chest. 1999 Apr;115(4):1006-1011.*
33. Filler RM, Forte V, Chait P. *Tracheobronchial stenting for the treatment of airway obstruction. J Pediatr Surg. 1998 Feb;33(2):304-311.*
 34. Gaissert HA, Grillo HC, Wright CD, Donahue DM, Wain JC, Mathisen DJ. *Complication of benign tracheobronchial strictures by self-expanding metal stents. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003 Sep;126(3):744-747.*
 35. Noppen M, Van Renterghem D, Vanderstraeten P. *The wrong stent at the wrong time: a cautionary tale. Respiration. 2003 May-Jun;70(3):313-316.*
 36. Korpela A, Aarnio P, Sariola H, Tormala P, Harjula A. *Bioabsorbable self-reinforced poly-L-lactide, metallic, and silicone stents in the management of experimental tracheal stenosis. Chest. 1999 Feb;115(2):490-495.*
 37. Saito Y, Minami K, Kobayashi M, Nakao Y, Omiya H, Imamura H, Sakaida N, Okamura A. *New tubular bioabsorbable knitted airway stent: biocompatibility and mechanical strength. J Thorac Cardiovasc Surg. 2002 Jan;123(1):161-167.*
 38. Won JH, Lee JD, Wang HJ, Kim GE, Kim BW, Yim H, Han SK, Park CH, Joh CW, Kim KH, Park KB, Shin KM. *Self-expandable covered metallic esophageal stent impregnated with beta-emitting radionuclide: an experimental study in canine esophagus. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2002 Jul 15;53(4):1005-1013.*
 39. Sewall GK, Warner T, Connor NP, Hartig GK. *Comparison of resorbable poly-L-lactic acid-polyglycolic acid and internal Palmaz stents for the surgical correction of severe tracheomalacia. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2003 Jun;112(6):515-521.*