

팽창성 금속스텐트 : Tracheobronchial Tree에서의 실험적 연구 및 예비적 임상경험

전북대학교 의과대학 방사선과학교실

송호영 · 이상용 · 정진영 · 한영민 · 김종수 · 최기철 · 홍기환* · 이양근**

— Abstract —

Expandable Metallic Stent: Experimental and Clinical Experience in Tracheobronchial Tree

Ho-Young Song, M.D., Sang-Young Lee, M.D., Jin-Young Chung, M.D., Young Min Han, M.D.,
Jong-Soo Kim, M.D., Ki-Chul Choi, M.D., Ki-Whan Hong, M.D.*, Yang-Kun Rhee, M.D.**

Department of Radiology, Chonbuk National University Medical School

To maintain or reestablish an adequate airway in a patient with tracheobronchial narrowing coming from various causes, we constructed self-expanding metallic stents the same way Gianturco did, using them in 2 patients after an experimental study with rabbits.

Twenty stents (10mm in diameter fully expanded and 20mm in length) were introduced into the trachea or bronchi of 10 Newzealand rabbits (weight, 2.5-3.0kg) through a 8.5 French Teflon sheath. No difficulties were encountered in the placement of the stents. At follow-up (4-12 weeks), no stent showed migration. Three rabbits died of pneumonia or bronchial perforation. Histologically, mucosal inflammation was noted at the sites of stent placement, and stent wires were covered by proliferated epithelium with intact cilia.

During the last 4 months, 2 stents were used in 2 patients, one in a patient with endobronchial tuberculosis (3.0cm in length and 1.0cm in diameter fully expanded) and the other (3.0cm in length and 1.5cm in diameter) in a patient with a subglottic mass. In both patients the stents were successfully placed. Just after the placement of the stents, dyspnea subsided in both patients, and there was no mortality or morbidity.

These stents seem to be effective in the treatment of tracheobronchial stenosis, tracheomalacia, and airway collapse following tracheal reconstruction.

Index Words: Trachea, Stricture, Interventional Procedure.
Bronchus, Prosthesis, Technology.

서 론

선천적, 후천적으로 발생한 여러 원인에 의한 기관기
관지 협착의 치료방법으로는 기관개구술(1), 수술적 방

법에 의한 재건술(2,3), 부우지나 풍선을 이용한 확장술
(4-6) 등 여러방법이 시도되고 있다. 그러나 어느 방법
도 이상적인 방법이라 할 수 없는 실정이다.

1950년 Dr. Belsey가 기관재건술 목적으로 spring 철
사를 fascia lata로 싸서 사용한(7) 이후 많은 학자들이

* 전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

* *Department of Otolaryngology, Chonbuk National University Medical School*

** 전북대학교 의과대학 내과학교실

** *Department of Internal Medicine, Chonbuk National University Medical School*

이 논문은 1991년 1월 12일 접수하여 1991년 4월 23일에 채택되었음

Silicon, Teflon 등 여러 재료를 가지고 다양한 형태의 인공 삽입물을 만들어 사용한 보고가 있어 왔다(2, 8-10).

그러나 인공삽입물의 대부분은 수술시야에서 장치하는 것이었으나 팽창성금속스텐트를 1986년 Wallace 등이 기관지경을 이용하여 기관기관지에 장치한 임상적 연구가 보고된(9) 이후로 현재 구미 각국과 일본 등지에서 많은 관심을 가지고 연구중에 있다.

저자들은 Gianturco 방식과 동일하게 제작한 팽창성금속스텐트의 기관기관지 협착질환에서의 사용가능여부를 알기위하여 동물실험을 시행하였으며 2예의 임상경험을 하였다.

연구재료 및 방법

연구재료

사용된 스텐트는 저자들이 전에 보고한(15) 동일한 방식으로 직경 0.4 mm의 스텐레스 철사를 이용하여 직경 10 mm, 길이 20 mm의 크기로 20개를 제작하였으며 이 중 9개는 갈고리를 부착하였고 11개는 부착하지 않았다. 임상환자에서 사용된 스텐트는 사용목적에 따라 지주(Strut)를 이용하여 여러개의 스텐트를 연결하여 길이를 적절히 조절한 후 사용하였다.

실험동물은 체중 2.5 Kg-3.0 Kg의 Newzealand 백색 가토를 사용하였다. 실험전후 일정한 환경과 사료를 주어 사육하였으며 총 10마리의 가토에 20개의 스텐트를 장치하였다. 5마리에서는 기관에 1개의 스텐트를 각각 장치했으며, 3마리에서는 기관에 2-3개의 스텐트를, 나머지 2마리에는 기관에 3개 기관지에 1개의 스텐트를 각각 장치하였다

실험방법

Sodium pentobarbital(Nembutal) 30 mg/Kg을 정맥내로 투여하여 마취시킨 후 고정판에 사지와 턱을 고정시켰다. 이때 기관내 삽관은 필요하지 않았다. 투시하에서 안내철사를 기관내에 위치시킨후 8.5-F Teflon 피포(sheath)와 확장기(Gianturco-Rosch biliary Z-stent introducer sets, Cook In., Bloomington, IN, U. S. A)를 기관이나 기관지의 원하는 부위에 위치시킨 후 확장기와 안내철사를 빼고 피포내로 스텐트를 집어 넣은 후 밀대(pushер)로 밀어 넣는다. 스텐트가 원하는 부위에 도달하면 밀대를 움직이지 않게 하고 그위로 피포를 잡아 당기면 스텐트는 자동으로 노출되어 팽창된다.

시술이 끝난 후 흉부 X선 촬영을 하였고 2주 간격으로 추구검사를 하여 스텐트 이동여부와 팽창여부 등을 관찰

하였다. 1주-16주동안 기침 등 임상경과를 관찰하였으며 10마리중 여러개의 스텐트를 기관과 기관지에 장치한 3마리는 5일-7일 사이에 사망하였으며 나머지 7마리는 1주에 1마리, 3주에 3마리, 4주에 1마리, 10주에 1마리, 16주에 1마리씩 기관지조영술을 실시한 후 가토를 희생시켜 종격동과 그 주위 폐를 한덩어리로 분리하여 육안적 관찰을 하였으며 포르말린 용액에 2일간 고정시킨 후 기관을 분리하여 절편을 만들었다. 각 절편은 1 um로 박절하여 H-E 염색후 현미경적 검사를 실시하였다.

결 과

총 10마리의 가토 기관기관지에 20개의 스텐트를 장치하였다. 장치시 시술상의 어려운 점이나 합병증 등은 없었다. 장치후 1주-2주까지는 10마리의 실험동물에서 기침, 호흡곤란 등의 증상이 있었는데 특히 여러개의 스텐트를 넣은 실험 동물에서 심하였다. 2-4개의 스텐트를 넣은 5마리의 실험동물 중에서 2마리에서 폐렴이 발생하였으며 2마리에서 기관지 천공이 발생하였다. 기관지 천공은 기관지 내경보다 3배의 큰 스텐트를 사용한 경우이었으며 압박괴사에 의한 천공으로 판정되었으며 폐렴은 1마리에서는 항생제 사용없이 자연치유 되었으나 나머지 1마리는 사망하였다.

16주 동안의 추구검사상 스텐트의 이동은 없었고 기관 기관지내에 장치한 스텐트는 점진적으로 팽창되어 결국 원래 제작한 직경 만큼 팽창되었다(Fig. 1). 10주와 16주 동안 관찰한 실험동물에서 희생시키기 전 실시한 기관지조영술에서 스텐트와 내강사이에 얇은 막이 있음을 확인할 수 있었으며 조영제 통과에 지장은 없었다(Fig. 1).

기간별로 가토를 희생시켜 얻은 기관기관지의 육안적 소견상 4주까지는 기관내강에 점액이 차있었으나 10주와 14주에서는 관찰할 수 없었다. 스텐트가 위치한 부위에서 염증반응을 볼 수 있었으며 내부표면이 불규칙적이고 두터워져 있었으나 내강은 넓어져 있었다.

현미경적 소견상 1주에서는 점막손상이 심했으며 피사조직이 있었으나 2주경부터 점막상피에 의해 싸이기 시작하여 10주에는 80% 정도 싸여 있었고 피사조직은 볼 수 없었다. 싸고 있는 점막상피는 섬모가 있는 점막상피세포이었다(Fig. 2).

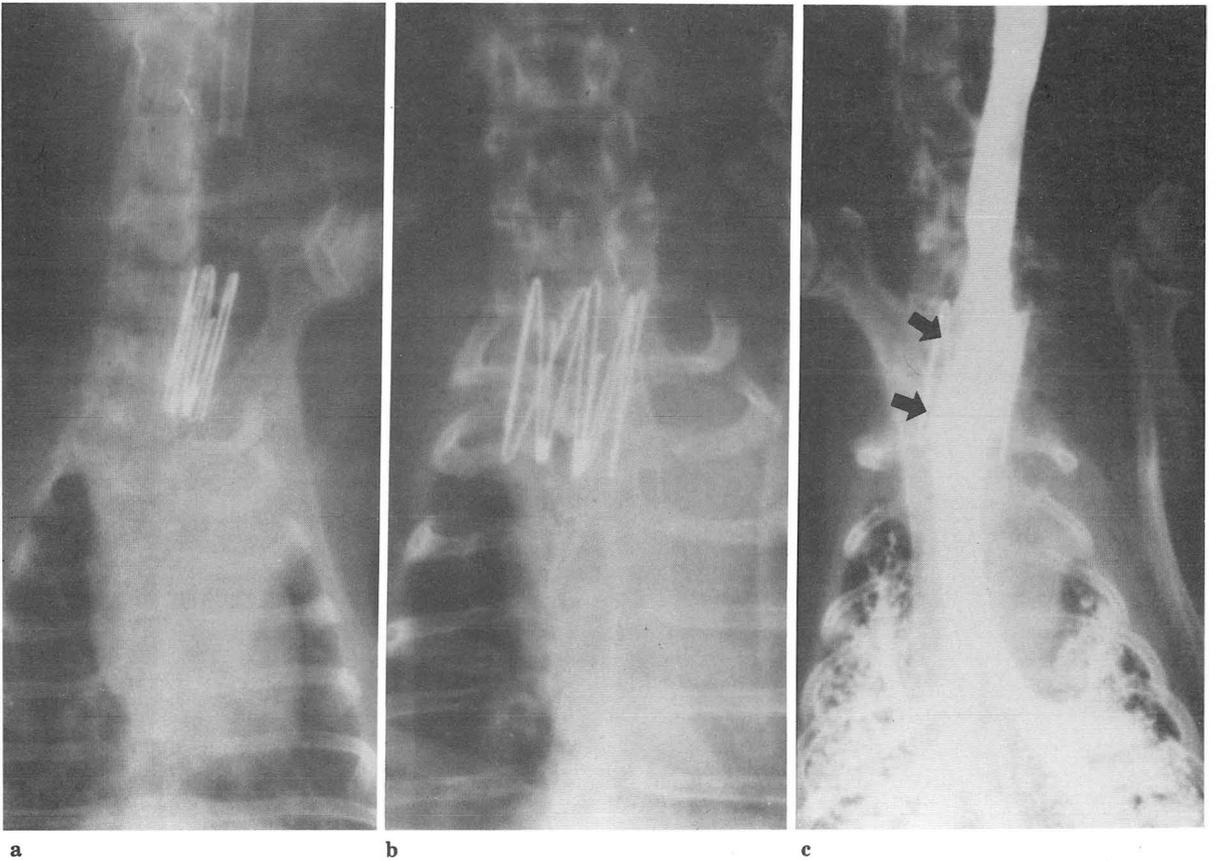


Fig. 1. Plain chest films/bronchogram obtained just after (a), 2 weeks after (b), and 16 weeks after (c) placement of an endotracheal stent in a rabbit. The stent became covered by a thin structure (arrows). Note progressive expansion of the stent 2 weeks later.

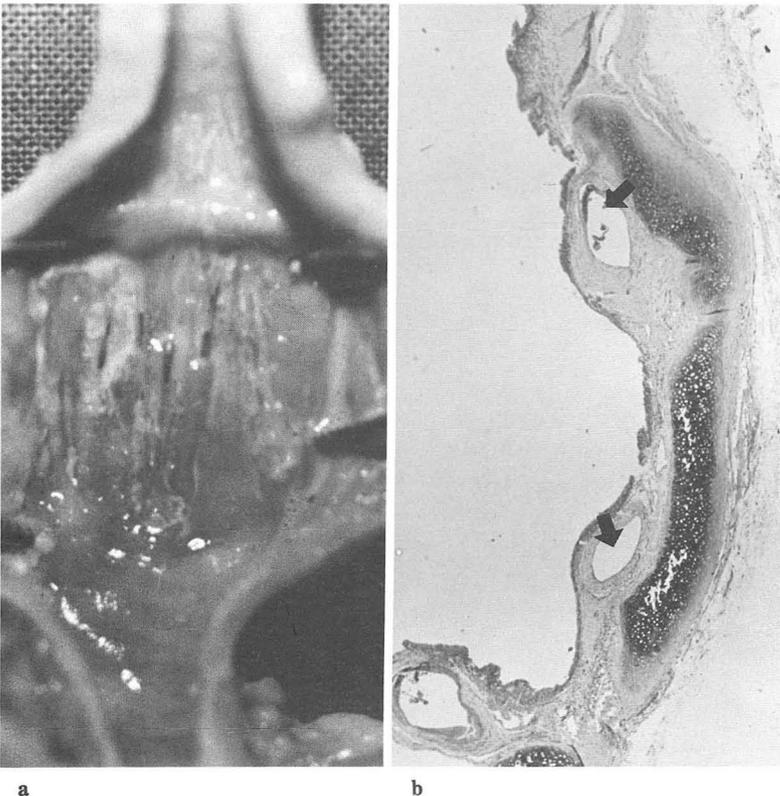


Fig. 2. a. Photograph of an endotracheal stent removed 12 weeks after placement shows that stent has been encased by a thin covering.

b. Photomicrograph of a cross section made through an encased stent 12 weeks after placement shows stent wires covered by proliferated pseudostratified, ciliated, columnar epithelium. Note that two stent wires (arrows) were located within the submucosal layer (H and E, 20).

임상 경험

증례 1

25세된 여자 환자가 호흡곤란을 주소로 내원하였으며 지난 7년 동안 반복되는 폐렴으로 치료받은 기왕력이 있었다. 기관기관지 조영술과 기관지경검사상 왼쪽 주기관지의 직경이 0.3 cm로 좁아져 있었으며 하부기관과 좌측소기관지(Apicoposterior segmental bronchus)의 협착을 발견할 수 있었다. 조직생검상 기관지내 결핵으로 판명되었다. 환자는 객담도말(Sputum smear)검사에서 양성하였고 기관기관지의 여러 곳에 생긴 결핵이었기 때문

에 수술을 할 수 없는 상태이었다. 증상의 호전을 위하여 직경 10 mm, 길이 3 cm의 풍선을 이용하여 풍선확장술을 시행하였으나 시술 1주후에 다시 호흡곤란을 호소하기 시작하였다.

후두마취 후 투시하에서 12-F Teflon 피포를 왼쪽 주기관지 협착부위에 위치시킨후 길이 3 cm, 직경 1 cm의 팽창성 금속스텐트를 장치하였다(Fig. 3). 시술직후 호흡곤란은 소실되었으며 5개월 추적검사상 간헐적인 기침을 호소하였으며, 스텐트 이동은 없었고 점차 팽창되어 처음 제작한 크기까지 팽창되었다(Fig. 3). 3개월째 실시한 기관지경 검사상 약간의 육아조직의 성장이 관찰되었으나 내경은 넓어져 있었으며 철사는 점막상피에 의

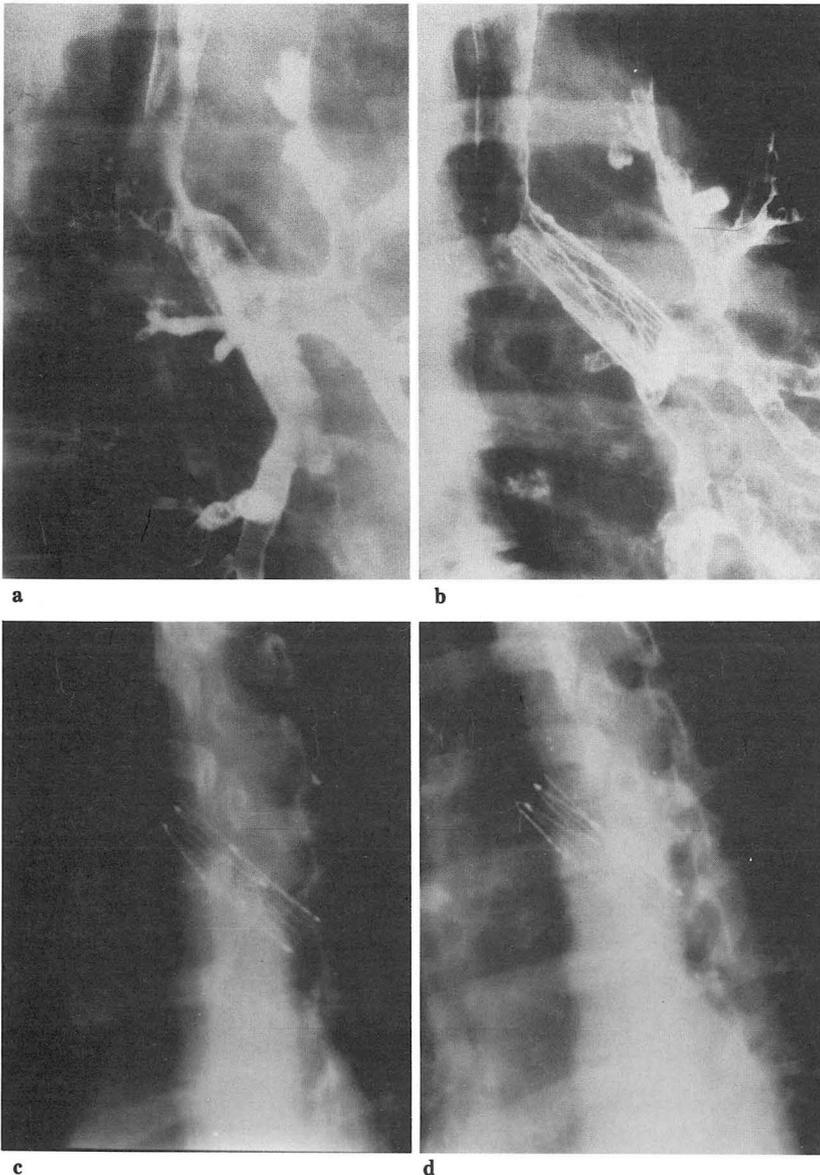


Fig. 3. Case 1.

a. Bronchogram performed before the stent placement shows marked narrowing of the proximal left main stem bronchus.

b. Bronchogram performed immediately after the stent placement shows restoration of adequate caliber of the left main stem bronchus.

c, d. Chest radiographs (LAO views) just after (c), and 8 weeks after (d) the stent placement. Note progressive expansion of the stent at 8 weeks.

해 싸여져 있었다. 현재 이 환자는 결핵약을 복용하고 있으며 추적검사로서 3개월 간격으로 단순흉부 X-선 촬영을 실시하고 있으며 호흡곤란 및 기침등 임상증상의 변화를 관찰하고 있다

증례 2

40세 남자환자로서 3개월 동안 점점 진행되는 호흡곤란과 쉼소리(hoarseness)를 주소로 내원하였다. 과거력상 1년 6개월전 후두와 상부기관에 외상을 입은 경향이 있었다. 후두검사상 성문하 종괴(Subglottic mass)로 인한 성문하 협착을 보이고 있으며 기관지경을 통한 조직검사 결과 양성협착으로 판명되어 성문하 종괴를 부분 절제하고 윤상연골(Cricoid cartilage)을 분리해주고 T-tube를 장치한 후 환자는 퇴원하였다.

환자는 퇴원후에도 서서히 진행되는 호흡곤란이 있었기 때문에 T-tube를 제거 할 수 없었다. 수술후 3개월에 전신마취하에서 후두경으로 관찰하면서 직경 15 mm, 길이 3 cm의 팽창성금속스텐트를 협착부위에 장치한(Fig. 4)후 호흡곤란이 해소되었고 T-tube도 제거할 수 있었다. 시술 직후에는 쉼소리가 더 심해졌으나 점점 좋아져서 10일후에는 시술전의 상태로 되었으며 퇴원후 이비인후과 외래를 통하여 2개월 간격으로 후두경검사 및 이부위의 단순 X-선 촬영을 실시하고 있다.

고 찰

기관기관지 협착의 선천적 원인에는 기관연화증, 이상

혈관으로 인한 압박(Compression by the anomalous vessels), 식도의 무이완성으로 인한 압박 등이 있으며 후천적 원인에는 염증성 질환(결핵, Sarcoidosis, 비경화증), 종양에 의한 압박, 외상 등이 있다. 이중 외상에 의한 경우가 제일 많으며 가장 중요한 요인은 기관내 삽관에 의한 협착으로 알려져 있다(3). 이의 치료법으로는 신생아나 영아에서 주로 이용되는 풍선을 이용한 확장술(4-6), 보조재(연골, 방광조직, Plastic, 고무)를 이용한 수술적 재건술, 인공삽입물(Metal netting, Silicon, Teflon, Tantalum 등)을 이용한 방법등이 이용되어 왔다(1, 10, 13, 14). 이 중 수술적인 방법에 의해 절단해내고 이어주는 방법이 가장 적절한 방법으로 이용되고 있지만 재협착이나 기도허탈(Air collapse) 등의 합병증이 발생하는 문제점이 있다. 최근에 실시되고 있는 풍선을 이용한 확장술은 저자들의 경험에 의하면 국한성 협착(Short segmental stenosis) 외에는 장기간의 치료효과를 얻을 수 없는 것으로 사료된다.

인공삽입물은 1950년 Belsey가 스프링 철사를 사용한 첫 보고(1) 이후 실리콘 테프론 등 다양한 재질로 만든 여러형태의 삽입물이 보고되고 있지만 수술시야에서 장치하는 형태이었으며 1986년 Wallace 등이 수술을 하지 않고 기관지경을 이용해서 장치할 수 있는 팽창성금속스텐트 일명 Gianturco 스텐트를 사용한 보고(9)를 하였다. Gianturco 스텐트는 목적에 따라 직경과 길이를 조절할 수 있고 일정범위내에서 스스로 팽창하기 때문에 수술적인 방법에 의한 재건술이 불가능한 경우와 기도재건술 후 가장 문제점으로 지적되고 있는 반흔형성의 방

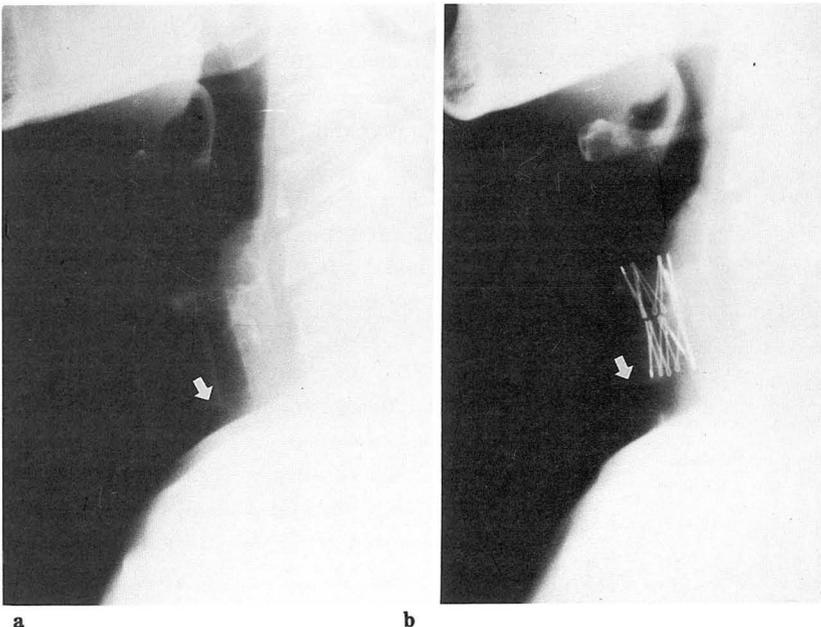


Fig. 4. Case 2. Neck radiographs before (a), and immediately after (b) placement of endotracheal stent. Two stents joined by two wire struts were placed just above the tracheal T-tube (arrow).

지와 종양이나 혈관등의 외부 압박으로 인한 협착, 기관 재건 후의 기도허탈 방지등에 유용하게 이용될 수 있으리라 기대되고 있다.

Wallace 등의 보고에 의하면 실험동물과 임상경험에서 스텐트의 이동이 심하였으나 저자들의 동물실험과 임상경험에서는 스텐트 이동을 관찰할 수 없었다. 이는 Wallace 등의 실험에서는 개를 사용하였으나 저자들의 실험에서는 가토를 사용하였으며 기관기관지의 직경에 비하여 직경이 더 큰 스텐트를 사용한 것과 같고리(Barb)를 부착하였기 때문으로 사료된다. 이외에도 스텐트 철사의 두께, 굽힘의 수 등 스텐트 팽창력에 관여하는 여러 요인들이 스텐트 이동에 관계되었으리라 사료된다.

기관기관지에 사용되는 스텐트의 직경의 크기는 Irving에 의하면 스텐트 대 기관기관지의 비율(Stent trachea ratio STR)이 1.15-1.25 정도일 때 적당하다고 보고되고 있다(16). STR은 스텐트를 장치한 기관의 적절한 직경유지와 점막상피에 의한 포장, 또한 기관기관지 천공 등에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(16). 저자들이 사용한 스텐트의 STR은 기관의 경우 1.4-1.5이었으며 이 경우는 천공이 없었지만, 기관지의 경우는 SBR(Stent bronchus ratio)이 2.5-3.0이었으며 이 경우는 모두 기관지 천공이 발생하였다. 10-16주 동안 관찰한 가토의 부검소견에서는 분비물의 축적을 볼 수 없었으며 호흡곤란 등이 관찰되지 않았다. 16주 동안 관찰한 가토에서 스텐트의 80%가 섬모가 살아있는 재생상피 세포로 싸여 있었다. 섬모가 있는 점막상피의 재생이 스텐트 철사로 인한 임상증상을 호전시키는데 매우 중요하리라 생각된다.

기관지내 결핵으로 인하여 기관지 협착을 일으켜 팽창성 금속스텐트를 넣었던 환자의 4개월 추구검사에서 호흡곤란은 소실되었으나 간헐적인 기침을 호소하고 있으며 성문하 종괴에 의해 기도협착을 보여 스텐트를 넣었던 환자에서도 수술후 10주째인 현재까지 좋은 결과를 보이고 있으나 좀더 긴 시간 동안의 추구검사가 필요하리라 생각된다. 또한 투시하에서 임상상의 도움을 받아 후두경과 기관지경을 같이 사용하면 정확하고 안전하게 스텐트를 장치할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

Gianturco와 동일한 방식에 의해 제작된 팽창성 금속 스텐트의 기관기관지의 협착 질환에서 사용가능여부를 알기 위하여 총 10마리의 가토 기관기관지에 20개의 스텐트를 장치하여 실험하였으며 양성질환에 의해 기관기

관지 협착을 보인 두명의 환자의 기관기관지에 스텐트를 장치하였다.

동물실험에서 스텐트의 이동은 없었고 스텐트 장치후 처음에는 스텐트 철사에 의하여 기관기관지의 점막이 압박괴사를 보였으며 이는 점차 재성되어 16주에는 스텐트 철사의 약 80% 이상이 섬모점막상피세포에 의하여 포장되었다. 2례의 임상경험결과 스텐트 장치후 호흡곤란이 해결되었고 현재 추적 5개월과 2개월까지 별 합병증 없이 지내고 있다.

저자들의 실험과 임상경험 결과 팽창성금속스텐트는 여러 요인에 의해 발생한 기관기관지 협착질환의 치료에 있어서 수술적 방법이 실패한 경우의 대체 치료법으로써 뿐만 아니라 1차적 치료법으로도 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 사료되지만 장기추적검사에서 안전하다는 결과가 나올 때까지는 대상환자의 선택에 있어서 신중을 기해야 되겠다.

참 고 문 헌

1. Montgomery WW. T-Tube Tracheal Stent. Arch Otolaryng 1965; 82:320-321
2. Zalzal GH. Use of stents in laryngotracheal reconstruction in children: Indications, Technical considerations and Complications. Laryngoscope 1988; 98:849-854
3. Wenig BL, Reuter VC et al. Tracheal reconstruction: In vitro and in vivo animal pilot study. Laryngoscope 1987; 97:959-965
4. Brown SB, Hedlund GL et al. Tracheobronchial Stenosis in Infants: Successful Balloon Dilatation Therapy. Radiology 1987; 164:475-478
5. Cohen MD, Weber TR et al. Balloon Dilatation of Tracheal and Bronchial Stenosis. AJR 1984; 142:477-478
6. Groff DB, Allen JK. Gruentzig Balloon Catheter Dilatation for Acquired Bronchial Stenosis in an Infant. Ann Thorac Surg 1985; 39:379-381
7. Belsey R. Resection of the Intrathoracic Trachea. Br J Surg 1985; 39:379-381
8. Neville WE, Bolannowski PJP. Prosthetic reconstruction of the trachea and carina. J Thorac Surg 1976; 72:525-538
9. Wallace MJ, Charnsangavej C et al. Tracheobronchial Tree: Expandable Metallic Stents Used in Experimental and Clinical Applications. Radiology 1986; 158:309-312
10. Albert DM, Cotton RT et al. Effect of laryngeal sten-

- ting in a rabbit model. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990; 99:108-116
11. Wright KC, Wallace S, Charnsangavej C et al. Percutaneous endovascular stents: an experimental evaluation. *Radiology* 1985; 156:69-72
 12. 송호영, 한영민, 손명희 등. 실리콘 고무로 도장한 팽창성 금속스텐트 : 가토식도에서의 실험적 연구. *대한방사선의학회지* 1990 ; 26(5) : 829-834
 13. Krespi YP, Biller HF et al. Tracheal reconstruction with a pleuroperiosteal flap. *Otolaryngol head Neck Surg* 1983; 91:610-614
 14. Kon M, van den Hooff A. Cartilage Tube Formation by Perichondrium: A New Concept for Tracheal Reconstruction. *Plastic and Reconstruction Surgery* 1983; 72:791-795
 15. 송호영, 김학남. 팽창성 금속 스텐트에 관한 개 혈관에서의 실험적 연구. *대한방사선의학회지* 1990 ; 26(6) : 1071-1077
 16. Simonds AK, Irving D et al. Use of expandable metallic stents in the treatment of bronchial obstruction. *Thorax* 1989; 44(8):680-681
 17. Duprat G Jr, Wright KC et al. Self-expandable metallic stents for small vessels: An experimental evaluation. *Radiology* 1987; 162:496-472