

기관 또는 기관지 협착을 가진 소아에서의 스텐트 적용

울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아과, 진단방사선과*

장주영 · 김호빈 · 이소연 · 김자형 · 박성종 · 신지훈* · 홍수종

Airway Expandible Metallic Stent Implantation in Children with Tracheal or Bronchial Stenosis

Ju Young Jang, M.D., Hyo-Bin Kim, M.D., So Yeon Lee, M.D., Ja Hyung Kim, M.D.
Seong Jong Park, M.D., Ji Hoon Shin, M.D.* and Soo-Jong Hong, M.D.

Department of Pediatrics, Department of Diagnostic Radiology*, Asan Medical Center,
College of Medicine, Ulsan University, Seoul, Korea

Purpose : In adults, endoscopic tracheobronchial balloon dilatation and stenting have become valuable methods to establish and maintain an adequate airway lumen when tracheomalacia or neoplastic growth compromise the airways. But in children, only a few cases were reported due to technical problems. We report six children who were treated with stent implantation and describe the use and safety of airway stents.

Methods : Six patients with severe airway obstruction were treated. We investigated the underlying medical problems, stenotic site, symptomatic improvement and complications, and the size and location of stent.

Results : The median age of the six patients was 21 months. Three of them were mechanically ventilated and one had an endotracheal tube to maintain the patency of airway. Diagnoses were: congenital tracheal stenosis with or without bronchomalacia, granulation tissue formation after right upper lobectomy by bronchial carcinoid or after prolonged intubation, endobronchial tuberculosis, and airway compression by mediastinal undifferentiated sarcoma. Nitinol stents were implanted in the airway guided by bronchoscopy and fluoroscopy simultaneously. Three cases were placed in trachea, the others were in the bronchus. After stent implantation, all patients showed marked improvements of their airway obstructive symptoms. Four patients are doing well, although two expired due to underlying diseases. Four patients had granulation tissue formation around stents, but that was tolerable after removing the stent.

Conclusion : We suggest that the use of expandible metallic stent implantation can offer safe therapeutic option even in extremely severe, life threatening and inoperable airway stenosis in children. (Korean J Pediatr 2005;48:512-517)

Key Words : Children, Airway obstruction, Airway stent, Tracheal stenosis, Bronchomalacia, Endotracheal tuberculosis

서 론

기관연화증이나 악성 종양의 증식으로 인한 기도 폐쇄를 가진 성인 환자에 있어 기관지내시경을 이용한 풍선확장술과 스텐트 삽입은 기도 내경의 유지를 위한 안정적인 치료 방법으로 인정

받고 있다^{1,2)}. 그러나 소아에서도 장기간의 기도 삽관으로 인한 기관연화증과 종양성 병변 이외에 선천성 기관연화증이나 기도 협착 등 다양한 기도 병변을 가질 수 있는데, 기도 내경이 작고 기술적인 문제로 인해 풍선확장술과 스텐트 삽입은 이제까지 보편적인 치료방법으로 고려되지는 않았다. 선천성 기도협착은 늑골 이식을 이용한 기도성형술과 Slide 절개법을 이용한 기도성형술을 시행하여 치료하기도 하지만³⁾ 수술이 가능한 경우는 극히 제한적이다. 기도폐쇄를 유발하는 선천성 기관연화증을 가진 소아 환자에게 처음 스텐트를 삽입한 예가 있는 이후로⁴⁾ 풍선확장술과 스텐트 삽입을 통해 성공적으로 치료한 환아들에 대한

접수 : 2005년 1월 27일, 승인 : 2005년 3월 9일
책임저자 : 홍수종, 울산의대 서울아산병원 소아과
Correspondence : Soo-Jong Hong, M.D.
Tel : 02)3010-3379 Fax : 02)473-3725
E-mail : sjhong@amc.seoul.kr

추가적인 보고가 있었다⁵⁾. 저자들은 기존에 시도되었던 선천성 기도기형 이외에 기관지결핵 환아와 수술 후의 협착 등에서 스텐트 삽입술을 경험하여, 기관 또는 기관지 협착을 가진 소아에서 풍선확장술 및 스텐트 삽입술과 같은 비수술적 치료의 효과를 평가해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1998년부터 2004년까지 서울아산병원에서 스텐트를 기도에 삽입한 6명의 소아를 대상으로 환자의 연령과 진단명, 시술 후 호흡기 증상의 호전 여부, 스텐트 종류와 위치, 추적관찰 중에 발생한 합병증에 대하여 조사하였다. 스텐트 적용의 전과정은 환자의 부모로부터 서면화된 동의를 얻은 후 진행하였다.

결 과

스텐트 삽입을 시행한 환자의 중간 연령은 21개월이었으며 3명은 장기간의 인공환기요법을 시행하고 있었고 1명은 중앙에 의한 기도 압박으로 기관내삽관술만 시행하였다. 진단은 선천성 기관 협착 1례, 선천성 기관 협착과 동반된 기관지 연화증 1례, 기관지 칼시노이드로 우상엽 절제술을 시행한 이후에 생긴 기관지내 육아조직 형성 1례, 기관지 결핵으로 인한 기관지내 육아조직 형성 1례, 중격동의 미분화육종으로 인한 기도 압박 1례, 장기간의 기관내삽관 이후 발생한 기관내 육아조직에 의한 기관지 협착이 1례였다.

기관지 내시경을 이용하여 병변으로 접근한 후 투시조영술 하

에서 풍선확장술을 시행하고 스텐트를 삽입하였다. 스텐트를 삽입한 위치는 기관이 3례, 좌측 주기관지가 2례, 우측 기관지가 1례였다. 스텐트 종류는 Nitinol 스텐트(covered retrievable expandible metallic stent, Taewoong, Korea)였고, 스텐트의 직경은 4-14 mm, 길이는 1.5-5 cm까지 다양하였다.

스텐트 적용 이후 모든 예에서 호흡기 증상의 호전을 보였으며 1례에서는 인공호흡기 치료를 중단할 수 있었고 1례에서 기관내 삽관을 제거하였다. 중간 추적기간은 21개월이었고, 2례는 기저질환에 의해 사망하였으나, 4례는 스텐트 제거 이후에 특별한 호흡기 증상없이 잘 지내고 있다. 추적관찰 기간이 2개월 이하이었던 2례를 제외하고 모든 예에서 육아조직이 형성되는 합병증이 있었고 1례는 반복적인 폐렴으로 스텐트를 제거하였다 (Table 1).

1. 증 례

1) 증례 1

제태연령 35주, 2140 g으로 출생하여 생후 30일경 심실중격 결손, 대동맥폐동맥창을 진단받았다. 당시 시행한 3D reconstruction 심장 컴퓨터단층촬영영상상 우측 기관-기관지와 하부 기관의 협착 소견이 발견되었다. 하부기관의 협착은 길이 13 mm, 직경 3.5 mm로 확인되었으며 우측 상엽은 폐기종성 변화를 보였다. 생후 36일과 42일 각각 완전교정 수술과 우상엽 절제술을 시행하였으나 호흡기 증상이 호전되지 않아서 인공호흡기 치료를 지속하였다. 생후 61일경 시행한 기관지내시경상 하부기도의 협착이 심해서 2차로 풍선확장술을 시행하였고 길이 1.5 cm, 직경 2 mm의 Nitinol 스텐트가 삽입되었다. 이후 5개

Table 1. Description of Study Population, Stent Implantation, Clinical Outcome

Patients	Age	Diagnosis	Clinical status	Nitinol stent		Follow up period (Month)	Outcomes	Complications
				Diameter/Length(mm)	Location			
1	7M	CHD*(AP window, VSD, ASD) Congenital TS [†]	Ventilator care	8/15	Trachea	25	Ventilator weaned, Well being	Granulation tissue
2	12Y	CHD*(PA, VSD, PDA), TS [†] due to prolonged intubation	Ventilator care	14/30	Trachea	7	Ventilator weaned	Granulation tissue
3	13Y	Bronchial carcinoid tumor, Granulation tissue after operation	Right lung atelectasis	12/30	Right main bronchus	21	Well being	Granulation tissue
4	15Y	Endobronchial tuberculosis, Granulation tissue formation	Left lung atelectasis	10/40 10/50	Left main bronchus	26	Well being	Granulation tissue
5	21M	Mediastinal undifferentiated sarcoma, TS [†] due to mass effect	Endotracheal intubation	10/30	Trachea	2	Extubated, Expire due to mass aggravation	Granulation tissue
6	9M	Congenital bronchomalacia, TS [†]	Ventilator care	4/18	Left main bronchus	2	Ventilator weaned	

*CHD: congenital heart disease, [†]TS: tracheal stenosis

월간 안정적인 상태로 인공호흡기 치료를 지속하였으며 기관지 배양 검사상 다양한 균의 집락이 형성되어 있고 폐렴이 반복되어 스텐트를 제거하였다. 스텐트 제거 1개월 후 성공적으로 인공호흡기를 제거할 수 있었다. 스텐트를 제거한 지 17개월 이후 시행한 추적검사상 기도협착의 소견은 보이지 않았으며 현재 특별한 호흡기 증상없이 잘 지내고 있다(Fig. 1).

2) 증례 2

폐동맥 폐쇄, 심실격벽결손, 동맥관개존증으로 수차례 심장 수술을 시행받은 환아로 12세경 폐동맥 판막 교환 수술을 시행한 이후 장기간의 인공호흡기 치료로 인한 기도협착이 발생하여서 타원에서 전원되었다. 기관지내시경상 Carina 상방 2 cm 부위에 협착이 발견되었으며 길이 3 cm, 직경 14 mm의 스텐트를 삽입하였다. 이후 인공호흡기는 제거할 수 있었으며 6개월 이후 특별한 문제없이 스텐트를 제거하였다.

3) 증례 3

12세 여아로 각혈과 흉부 방사선 소견상 우측 폐의 종양성 병변으로 전원된 환아이다. 기관지내시경상 우측 주기관지 부위에 종양이 있었고 조직검사상 칼시노이드로 진단되어 우측 상엽과 하엽 부분절제술을 시행받았다. 수술 후 30일경 시행한 기관지내시경상 수술 문합 부위인 우측 주기관지에 육아조직이 형성되어 협착이 발생한 것을 확인하고 제거하였다. 그러나 이후 육아조직 형성으로 인한 재협착이 발생하였고 수술 후 60일경 길이 3 cm, 직경 12 mm의 스텐트를 삽입하였으며 스텐트 삽입 후 협착 부위의 환기는 개선되었다. 4개월 후 스텐트를 제거하였으며 제거 2개월 후 시행한 기관지내시경상 기관지 직경은 유지되었으며, 특별한 호흡기 증상 없이 현재 외래 추적관찰 중이다(Fig. 2).



Fig. 1. 3D CT findings of patient 1, tracheal stenosis. (A) Shows right tracheal bronchus & tracheal stenosis before stent insertion. We can see improvement of tracheal stenosis at (B), after 17 months since stent removal.

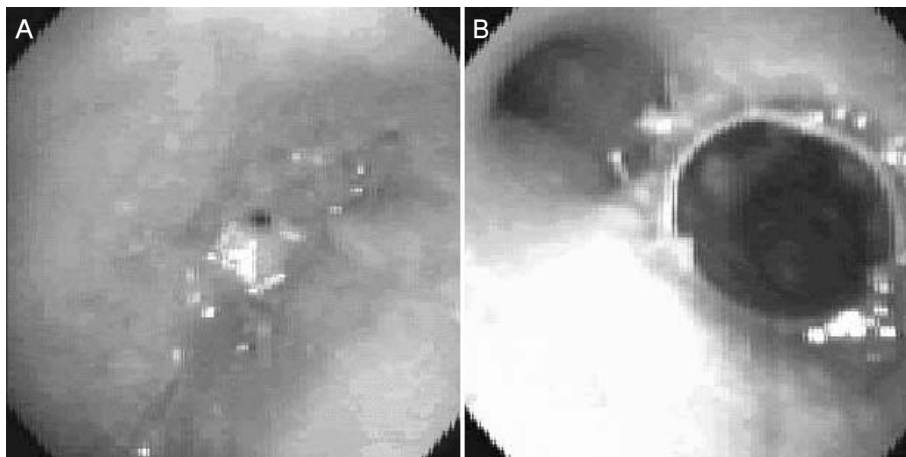


Fig. 2. Bronchoscopic findings of patient 3, bronchial carcinoid tumor. (A) shows nearly obstructed right main bronchus due to granulation tissue formation after right upper lobectomy. We can see patent right main bronchus after stent insertion at (B).

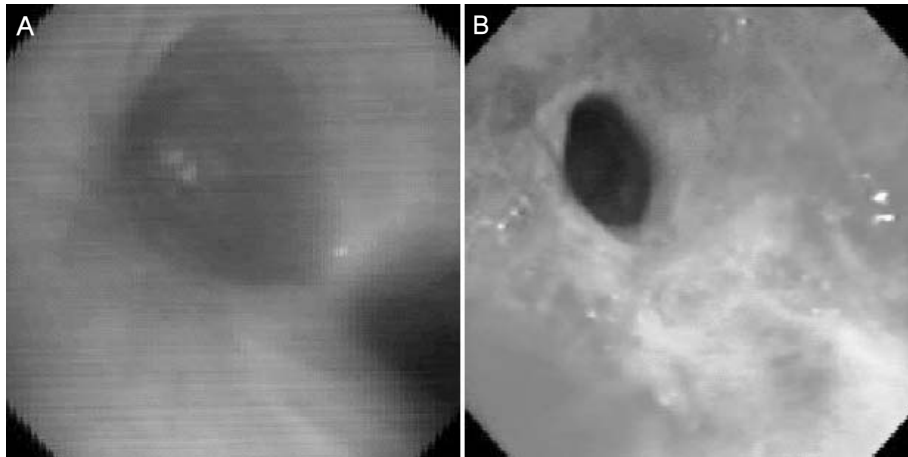


Fig. 3. Bronchoscopic findings of patient 4, endobronchial tuberculosis. **(A)** shows pin point narrowing of left main bronchus before balloon dilatation & stent insertion. We can see relatively maintained airway lumen after stent removal.

4) 증례 4

기관지 결핵으로 인한 좌측 폐허탈과 호흡곤란으로 내원한 15세 환아이다. 기관지내시경상 좌측 주기관지가 거의 완전히 막혀 있어 기관지내시경을 이용한 풍선확장술을 시행한 후 길이 1cm, 직경 4mm의 Nitinol 스텐트를 삽입하여 좌측 폐허탈이 호전되었다. 스텐트 삽입 4개월 이후 스텐트 내로 육아조직이 자라서 한차례 풍선확장술과 5cm 길이의 스텐트를 다시 삽입하였고, 재삽입 3개월 이후 스텐트를 제거하였다. 외래 추적 관찰 중 재협착이 발생하고 점액으로 인한 기도폐색이 자주 발생하여 기관지내시경 하에 제거하고 있다(Fig. 3).

5) 증례 5

후종격동에 미분화 육종을 진단받고 항암화학요법과 수술적 치료를 시행받았던 21개월 환아이다. 미분화 육종의 진행으로 기도가 압박되어 폐허탈과 호흡곤란이 지속되어 길이 3cm, 직경 10mm의 Nitinol 스텐트를 삽입하였다. 환아는 스텐트 삽입 2개월경 종양이 진행되어 사망하였다.

6) 증례 6

폐렴과 호흡부전으로 입원한 9개월 환아이다. 인공호흡기 치료를 지속하면서 시행한 기관지내시경상 좌측 주기관지 연화증과 선천성 기관협착 소견을 보여 기관협착에 대해 풍선확장술을 시행하였으나 실패하였고, 좌측 주기관지에 길이 1.8cm, 직경 4mm의 Nitinol 스텐트를 삽입하였다. 이후 일시적으로 호흡 증상이 호전을 보였으나 반복되는 폐렴과 만성폐질환으로 사망하였다.

고 찰

기관 또는 기관지협착을 가진 소아 환자들은 다양한 질환을 가지고 있다. 선천성 증후군과 동반한 기관 또는 기관지 연화증, 선천성 심질환과 동반된 선천성 혹은 수술 이후의 기관 또는 기

관지 협착이나 압박, 장기간의 인공호흡기 치료에 의한 기도병변 등 성인과는 다른 다양한 질병군을 가지고 있다. 이런 환아들에 있어 현재까지는 일차적으로 수술적 치료가 고려되어 왔다. 대표적인 수술적 치료 방법으로는 늑골 이식을 이용한 기도성형술과 Slide 절개법이 있다³⁾. 그러나 보고된 생존율은 60-70% 정도이며 수술 이후에 재협착이 흔하여 스텐트가 삽입되기도 하고, 기도 병변의 길이와 동반하는 전신질환 등으로 수술적 치료가 여의치 않는 경우가 많다³⁾. 이러한 경우 기관지내시경을 이용한 풍선확장술과 스텐트 삽입을 고려할 수 있겠다.

소아에서 스텐트 삽입의 적응증은 다양하다. 선천성 증후군과 동반된 기도 또는 기관지 연화증, 선천성 기도협착 등이 흔한 적응증이며⁵⁾, 혈관성 병변에 의한 기도 압박, 심장-폐/폐 이식술 이후에 발생한 기관 또는 기관지 협착, 악성 종양에 의한 기도 폐쇄, 장기간의 인공호흡기 치료로 인한 병변 등도 적응증이 될 수 있다⁶⁾. 저자들은 6명의 환아에게 Nitinol 스텐트를 적용하였으며 선천성 질환과 동반된 기도기형이나 선천성 심질환 또는 혈관성 병변에 적용한 기존의 적응증 이외에 기관지 결핵과 폐절제 이후에 발생한 기관지 협착 등의 양성 병변과 장기간의 인공호흡기 치료에 동반한 기도협착 등 다양한 예에 적용하였다. 환아들 중 3명은 인공호흡기 치료를 지속하고 있었으나 2명은 호흡곤란 증상만 있었으며 1명은 종양의 압박으로 기도 내경을 유지하기 위해 기관삽관만 시행한 상태였다. 수술적 치료가 불가능한 예에서의 제한적 시도와는 달리 기관 또는 기관지 협착 환아에게 새로운 적극적인 치료적 접근으로서 스텐트 삽입을 시도하였다. 특히 증례 1과 6은 선천성 기관협착이 있었고, 증례 1은 협착부위를 풍선확장술 시행 후 연골과 점막이 찢어져 스텐트 삽입 후 기관 확장의 효과를 볼 수 있었으나, 증례 6은 풍선확장술을 시행한 후에도 좁아진 기도가 확장이 되지 않아서 연골 연화증이 있던 좌측 주기관지에 스텐트를 삽입하였으나 결국 기관협착과 인공호흡기 치료에 의한 반복적인 폐렴에 의해 사망하

었다. 이로 미루어 선천성 기관협착의 경우에도 적극적인 풍선확장술에 이은 스텐트 삽입이 새로운 치료 방법이 될 수 있음을 제시할 수 있겠다.

기관지결핵의 경우는 스텐트를 위치한 이후에 조직의 과형성으로 인한 협착이 흔하고 이로 인한 제거의 어려움이 있어 일반적인 치료방법으로 사용되지는 않았다. 그러나 1990년대 Silicone 스텐트나 Uncovered metallic stent를 삽입한 증례 보고들이 있었고 최근에 주변 조직과의 반응성이 적고 위치와 제거가 용이한 Nitinol 스텐트(Covered retrievable expandable stent)가 등장함에 따라 사용하는 경우가 증가하는 추세이다^{7, 8)}. Nitinol 스텐트의 경우 9명의 기관지결핵을 가진 성인과 소아 환자에게 풍선확장술을 시행하고 Nitinol 스텐트를 삽입한 결과 모든 환자에서 호흡기 증상이 호전되어 풍선확장술만으로 치료가 불가능한 기관지결핵으로 인한 기관지협착 환자에서 Nitinol 스텐트 삽입이 효과적인 방법이라고 제시한 바 있다⁷⁾. 본 연구의 증례 4도 좌측 주기관지에 결핵으로 인한 심한 협착을 가진 환자였으며 풍선확장술과 2차레 스텐트 삽입을 시행한 후 기관지내경이 증가하고 호흡증상이 호전되었다. 결핵의 경우 우리나라에서 유병률이 높은 질환으로 기관지결핵으로 인한 폐허탈을 보이는 경우 수술적 치료 이외에 풍선확장술을 병행한 스텐트 삽입을 고려해 볼 수 있겠다.

Nitinol 스텐트는 니켈과 티타늄으로 만들어 졌으며 주위 조직과의 반응성이 적고 유연하지만 적절한 지지력을 가지고 있는 것이 특징이며 다양한 크기와 모양을 가지고 있다⁹⁾. 스텐트는 0.2 mm 직경의 Nitinol Wire가 원통형으로 짜여져 있고 12% 폴리우레탄 용액으로 덮여져 있어 신체에 삽입되었을 때 주변 조직의 과형성을 예방할 수 있다. 스텐트의 각 망단에는 100% Nylon mesh가 존재하여 삽입과 제거시 크기와 위치 조절을 용이하게 하며 다양한 직경과 길이의 스텐트가 존재하여 환자의 병변에 맞는 스텐트를 선택할 수 있다. 저자들은 굴곡성 기관지내시경을 이용하여 투시조영 하에서 스텐트를 삽입하였으며 시술 과정에서 유의한 출혈이나 천공, 스텐트 이동 등은 발생하지 않았다.

본 연구에서 추적 관찰 기간은 2-26개월이었으며 모든 환아들에 있어 호흡기증상이 호전되었다. 4명은 스텐트 제거 후 특별한 호흡기 증상 없이 지내고 있으며 2명은 기저질환에 의해 사망하였다. 스텐트를 적용하는 기간에 대해서는 논란이 많으며, 기관지결핵 환자에 있어 2개월간 적용했던 환자들 보다 6개월간 적용한 환아들에 있어 재협착이 발생한 비율이 적다고 하며⁷⁾, 대동맥류로 인한 기관 압박을 가진 Ehlers-Danlos 증후군 환아에서 기관에 스텐트를 삽입한 후 6년간 특별한 문제없이 추적관찰 중인 예도 있다⁶⁾. 본 연구에서는 약 6개월 정도를 기대하며 적용하였으나 환자의 상황에 따라 2-7개월간 스텐트를 적용하였다. 관찰 기간이 2개월 이내로 짧았던 2명의 환아를 제외하고 모든 예에서 육아조직이 형성되는 합병증이 관찰되었고 이중 2명의 환아는 추적 기관지내시경을 시행하면서 육아조직을 제거

하였다. 1명은 인공환기요법 중에 반복되는 폐렴으로 스텐트를 제거하였다.

일반적인 스텐트 삽입 이후의 합병증은 스텐트의 이동, 과도한 육아조직의 형성, 스텐트 골절, 균집락 등이 있다¹⁰⁾. 스텐트의 이동은 가장 흔한 합병증의 하나로, 위치한 곳에서 적절한 팽창이 가능한 금속 스텐트보다 플라스틱 스텐트에서 더 흔하며 주변의 지지 부위가 없는 경우에 이동이 일어나기 쉽다. 삽입할 스텐트를 결정하기 전 CT 혹은 MRI 등의 영상을 통해 정확한 지점과 형태를 파악하고 적절한 스텐트를 선택하는 것이 중요하다. 육아조직 형성은 장기간의 추적 관찰시 가장 흔히 발생하는 합병증이며 스텐트의 경계 부위가 주변 조직에 압력을 가하며 자극하기 때문에 발생한다. 스텐트 삽입 이후 정기적인 기관지내시경을 시행하는 것이 중요하며 증상을 유발하는 정도의 육아조직은 기관지내시경 하에서 제거해야 한다. 기도내경의 협착을 일으키는 것 이외에 육아조직은 각종 세균의 배지가 될 수도 있는데 주요 세균으로는 *Streptococcus viridans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *nonhemolytic streptococci*, *Staphylococcus aureus* 등이 있다¹¹⁾. 스텐트 삽입 후에 기도내 점막 운동이 저하되어 점액으로 인한 기도 폐색과 감염이 발생할 수 있다. 본 연구의 증례 1에서도 다양한 균의 집락과 반복적인 폐렴이 있었고 이것이 스텐트를 제거하는 원인이 되었다.

결론적으로 저자들은 본 연구를 통하여 기관 또는 기관지협착을 가진 소아에서 기관지내시경을 통한 풍선확장술과 스텐트 적용이 새로운 치료 방법이 될 수 있음을 확인할 수 있었다. 수술적 치료에 어려움이 있는 환자에서 수술 이전에 풍선확장술과 기관지내시경을 이용한 스텐트를 삽입하는 방법을 새로운 대체할 수 있는 치료 방법으로 고려할 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

목 적 : 성인에서는 기관연화증이나 악성종양에 의한 기도폐쇄시에 기관지내시경을 이용한 풍선확장술과 스텐트 적용이 일반적으로 고려되고 있으나, 소아에서는 그 예가 적으며 최근 수술적 치료가 불가능한 경우에 스텐트를 적용한 몇몇 보고가 있었다. 저자들은 기관 또는 기관지 협착을 가진 소아에게 스텐트를 적용한 6례를 경험하였기에 보고하고자 한다.

방 법 : 1998년부터 2004년까지 서울아산병원에서 스텐트를 적용한 소아 6명의 의무기록을 검토하였다. 대상 환자의 연령과 진단명, 시술 후 호흡기 증상의 호전 여부와 스텐트 종류와 위치, 추적관찰 중에 발생한 합병증에 대하여 조사하였다.

결 과 : 스텐트 삽입을 시행한 환자의 중간연령은 21개월이었으며 3명은 인공환기요법을 시행하고 있었고 1명은 기관내 삽관술만 시행하였다. 진단명은 선천성 기관협착 1례, 선천성 기관협착과 동반한 기관지 연화증 1례, 기관지 칼시노이드로 위상엽 절제술을 시행한 이후에 생긴 기관지내 육아조직 형성 1례, 기관지 결핵으로 인한 기관지내 육아조직 형성 1례, 종격동의 미

분화육종으로 인한 기도압박 1례, 장기간의 기관내 삽관 이후 발생한 육아조직에 의한 기관지협착이 1례였다. 스텐트를 삽입한 위치는 기관이 3례, 좌측 주기관지가 2례, 우측 기관지가 1례였고 스텐트는 Nitinol 스텐트였다. 스텐트 적용 이후 모든 예에서 호흡기 증상의 호전을 보였으며 1례에서 인공호흡기 치료를 중단할 수 있었고 1례에서 기관내 삽관을 제거하였다. 중간 추적 기간은 21개월이었고 2례는 기저질환에 의해 사망하였으며 4례는 스텐트 제거 이후에 특별한 호흡기 증상없이 잘 지내고 있다. 추적관찰 기간이 2개월 이하이었던 2례를 제외하고 모든 예에서 육아조직이 형성되는 합병증이 있었고 1례는 반복적인 폐렴으로 스텐트를 제거하였다.

결론: 기관 또는 기관지 협착을 가진 소아에 있어서 수술적 치료에 어려움이 있는 경우 또는 선천성 기관협착 환자에서 수술 전에 풍선확장술과 기관지내시경을 이용한 스텐트 삽입술은 안전하고 효과적인 방법으로 고려할 수 있겠다.

References

- 1) Storck M, Berger H, Liewald F, Sunder PL, Dienemann H. Endotracheal balloon dilatation and self expanding stent (Wallstent) for inoperable tracheomalacia. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 1994;107:957-9.
- 2) Sawada S, Tanigawa N, Kobayashi M, Furui S, Ohta Y. Malignant tracheobronchial obstructive lesions: treatment with Gianturco expandable metallic stents. *Radiology* 1993; 188:205-8.
- 3) Tsugawa C, Nishijima E, Muraji T, Satoh S, Takamizawa S, Yamaguchi M, et al. Tracheoplasty for long segment congenital tracheal stenosis: Analysis of 29 patients over two decades. *J Pediatr Surg* 2003;38:1703-6.
- 4) Loeff DS, Filler RM, Gorenstein A. A new intratracheal stent for tracheobronchial reconstruction: experimental and clinical studies. *J Pediatr Surg* 1998;23:1173-7.
- 5) Nicolai T, Huber RM, Reiter K, Merckenschlager A, Hautmann H, Mantel K. Metal airway stent implantation in children: follow up of seven children. *Pediatr Pulmonol* 2001;31:289-96.
- 6) Kumar P, Bush AP, Ladas GP, Goldstraw P. Tracheobronchial obstruction in children: experience with endoscopic airway stenting. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1579-86.
- 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 stricture. *J Vas Inter Radiol* 2004;15:1003-8.
- 8) Song HY, Shim TS, Kang SG, Jung GS, Lee DY, Park SS, et al. Tracheobronchial strictures: treatment with a polyurethane covered retrievable expandible nitinol stent-initial experience. *Radiology* 1999;213:905-12.
- 9) Prasad M, Bent JP, Ward RF, April MM. Endoscopically placed nitinol stents for pediatric tracheal obstruction. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;66:155-60.
- 10) Zakalluzny SA, Lane JD, Mair EA. Complications of tracheobronchial airway stents. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;128:478-88.
- 11) Jacob JP, Quintessena JA, Botero LM, Van Gelder HM, Giroud JM, Elliott MJ, et al. The role of airway stents in the management of pediatric tracheal, carinal, and bronchial disease. *Eur J Cardiothorac Sur* 2000;18:505-12.