

기관협착 환자에서 고빈도제트환기법을 이용한 기관성형술

김정택* · 김해균* · 정경영* · 방서욱** · 이두연*

— Abstract —

Tracheal Reconstruction with High Frequency Jet Ventilation in Patients of Tracheal Stenosis

Joung Teak Kim, M.D.^{*}, Hae Kyun Kim, M.D.^{*}, Kyung Young Chung, M.D.^{*},
Sou Ouk Bang, M.D.^{**}, Doo Yun Lee, M.D.^{*}

The patients with tracheal stenosis have become more increasing in recent due to the increased use of tracheostomy and assisted ventilation. Anesthetic management during tracheal reconstruction is a concern to the anesthetist and the surgeon, who must share the airway as a operation field and at the same time provide good gas exchange. Multiple technique such as the tube ventilation system or C-P bypass method have been recommended to achieve this goals. However, these methods have disadvantages of poor surgical exposure and hemorrhagic complication from using C-P bypass.

The technique for HFJV was first described for bronchoscopy, and it involves positive-pressure breathing with high flow(40-60L/min) of oxygen. This flow is directed to a semirigid catheter inserted in the endotracheal tube and the tracheal reconstruction can be done without interruption.

From Dec. 1986 to July 1990 we have experienced 6 patients of tracheal stenosis necessitating circumferential resection and end to end anastomosis : 5 patients with tracheal stenosis following cuffed tracheostomy or intubation, a patient with tracheal stenosis due to invasive thyroid cancer. The specific advantages during tracheal reconstruction are unobstructed field during surgical reconstruction and good gas exchange through the procedure.

*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yonsei University College of Medicine

**연세대학교 의과대학 마취과학교실

**Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine

1990년 9월 29일 접수

서 론

기도수술을 시행하는 동안 적절한 가스분압을 유지하는 것은 마취과의사들은 물론 기도자체가 수술시야인 수술자에게도 중요한 관심사가 되어왔다¹⁾. 과거 약 20년간 사용된 방법으로는 apneic respiration과 separated tube ventilation, C-P bypass, 그리고 최근에 개발된 고빈도 환기법등이 있다²⁾.

고빈도환기는 1967년 Saunder 등에 의해 Venturi 효과를 이용 기관지경에서 처음 사용한 것으로 Injector를 이용하여 소량의 고압산소를 환자의 기도 안에 공급하게 된다³⁾. Endotracheal tube를 통해 기관협착원위부까지 넣은 직경이 2mm이하의 무균의 관은 기관성형술을 할 때 비교적 좋은 수술시야와 가스분압을 제공한다.

연세대학교 흉부외과학교실에서는 1986년 12월부터 1990년 6월까지 기관협착증으로 입원한 환자중 6명에서 고빈도 제트환기법을 이용하여 기관제거후 단단문합수술하여 양호한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대상환자

1986년 12월부터 1990년 6월까지 기관협착증으로 입원한 환자 72례중 기관제거후에 단단문합을 시행할 때 고빈도 제트환기를 사용한 6명의 환자를 대상으로 하였다. 환자들의 연령은 31세에서 63세였고, 성별은 남·여가 각각 3명이었다. 기관협착증의 원인으로 기관삽관(postintubation)이나 tracheostomy 후에 발생한 5례와 갑상선암의 기관침습에 의한 것이 1례 있었다(표 1).

Table 1. Patient profile(n=6)

Case No.	Age	Sex	Underlying Disease
1	31	M	Cerebrovascular accident
2	36	F	Head Trauma(car accident)
3	46	M	Postoperative(MVR)
4	59	F	Head Trauma(car accident)
5	58	F	Chronic Lung Disease
6	63	M	Thyroid cancer(invasion to trachea)

기관삽관에 후발한 기관협착 5례에서 인공호흡기에 의한 치료를 받게된 원인으로서는 외상이 2례, 뇌출혈이 1례, 심장수술후 호흡부전이 1례, 그리고 만성 폐질환이 1례 있었다. 이들중 기관내 삽관에 의한 손상이 1례 있었으며 기관절개술한 환자에서는 cuffed site에 의한 손상이 3례, stoma site에 의한 것이 1례 있었다(표 2).

갑상선암의 침습에 의한 환자는 63세 남자로서 papillary thyroid cancer가 기도 4cm까지 침습하여 기도내면의 75%를 막고 있었다.

수술전 검사로서 기관의 tomography 또는 기관조영 검사, 단층촬영, 기관지경등으로 기관협착부위와 범위를 평가하였다.

2. 수술방법과 고빈도 제트환기의 적용

수술은 6명 모두 기관협착부위를 제거한 후에 단단 문합하였다. 절개는 모든 환자에서 경부와 종격동을 T자로 절개(collor incision & upper sternal split-

Table 2. The causes of tracheal stenosis

Endotracheal tube	1
Tracheostomy(4)	
Cuff site	3
Stoma site	1
Neoplasm(invasion to trachea)	1

Table 3. The length of resected trachea

Case No.	Length(cm)
1	2
2	5
3	5
4	6
5	4
6	4

tng)하였다. 절제된 기관의 길이는 2cm가 1명, 4cm가 2명, 5cm가 2명, 6cm가 1명 있었다(표 3). 절제법 위의 기도, 정상연골구조와 증성변화를 기준으로 하였는데 상부에서는 운상연골(cricoid cartilage) 하방에 적어도 1개 이상의 연골환을 남겼다.

대부분에서 운상연골(cricoid cartilage)에서부터 기관 분기줄(carina)까지 측면의 혈액공급에 유의하면서 앞면의 유리와 경부굴절만으로 긴장없이 문합이 가능하였다.

Tracheostomy 상태의 환자 5명은 경부를 preparation한 후 기관절개술용 튜브를 제거한 후 가능한 큰 기관내튜브(endotracheal tube)로 기관절개술부위를 통하여 협착부위를 통과시켜 흡입마취제에 의한 마취로 시작하였다. 기관내 튜브의 직경은 제일 심한 환자가 3.5mm가 통과하였고 평균적으로 4.5mm에서 5mm가 통과하였다. 고빈도 제트환기의 적용은 ketamine등을 정주하면서 1.5mm에서 2mm의 공기주입 cannula를 기관내 튜브내로 삽입후에 흡입산소비율 1.0, 흡기대 호기비 1대2, 구동압(driving force) 40 psi, 분당호흡수 2Hz(1Hz=60)로 시작하였다. 이때 동맥혈 가스분석을 시행하여 이산화탄소 잔류유무 및 산소화정도를 평가하고 구동압(driving force) 및 분당호흡수를 재조정하였다. 이와동시에 7mm이상의 기관내튜브를 미리 구강내로 삽관하여 기관협착상부에 위치하여 놓았다. 기관을 노출시켜 협착부위의 절제를

시행한 후에는 기관절개술부위의 기관내튜브는 제거하고 동시에 구강내에 거치한 기관내튜브를 통해 무균의 공기주입 cannula를 개방된 기도(open trachea)에 넣은후 다시 고빈도환기를 하게된다. 이때 기도를 단단문합하게 되는데 vicryl 4-0를 사용하여 10개에서 12개의 봉합사를 건후에 문합하였다(그림 1).

갑상선암이 기관지내로 전이한 환자의 경우 5mm의 기관내튜브로 협착부위를 통과한 후에 그 속으로 공기주입 cannula를 삽입하여 고빈도 제트환기를 시행하였다.

결 과

고빈도 제트환기의 사용시간은 25분에서 최고 95분으로서 평균 50분이었다. 평균 구동압은 40 psi이었으며 분당 호흡수는 보통 120이었고 한 환자에서는 240까지 높여야 했다(표 4).

고빈도 제트환기중의 동맥혈검사치의 평균은 표 5와 같다. 한 환자를 제외하고는 PaCO₂는 47mmHg 이하였으며 PaO₂는 250mmHg이상 유지되었다. PaCO₂가 56mmHg이고 PaO₂가 149mmHg인 환자는 59세 여자인데 기도협착부위가 6cm이상 긴 것과 기관지염증이 동반된 것에 기인한 것으로 사려된다.

세명의 환자는 수술후 3개월내에 기관촬영나 기관지경 검사에서 해부학적으로 좋은 기도를 가졌으며 길

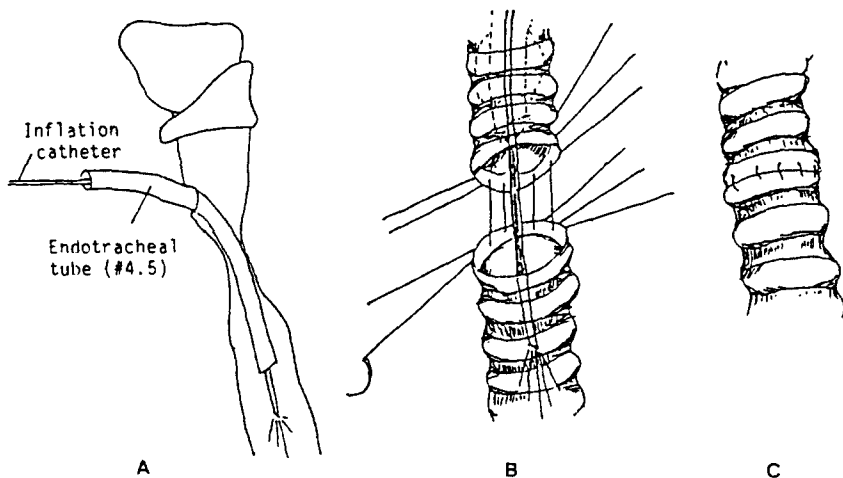


Fig. 1. Schematic diagram of ventilation techniques and tracheal reconstruction : A. shows relation of endotracheal tube and insufflation catheter at initial stage. B. shows conditions during tracheal resection and end to end anastomosis

Table 4. The mode of High-Frequency Jet Ventilation

Case No.	Frequency(/min)	Time(min)	Driving force(psi)
1	120	45	40
2	120	45	40
3	120	90	50
4	240	60	60
5	100	95	40
6	120	25	40

Table 5. Mean Arterial blood gas analysis during operation with using High Frequency Jet Ventilator

Case No.	pH	PaO2(mmHg)	PaCO2(mmHg)	HCO3-(mmHg)
1	7.45±0.02	481±16	42±3	30±1
2	7.67±0.04	358±28	23±3	18±1
3	7.54±0.03	464±5	42±1	25±4
4	7.27±0.03	149±22	56±2	26±2
5	7.39±0.06	263±69	41±9	24±2
6	7.37±0.02	356±30	47±4	28±1

Table 6. Post-operative Results

good	3
satisfactory	1
Failure and Tracheostomy	1
Death due to asphyxia	1

계는 5년 짧게는 3개월 추적관찰에서 호흡곤란등의 증세가 완전히 없어졌고(good) 1례에서는 심한 운동 후의 호흡곤란과 기관지경 검사에서 문합부위에 약간 좁아진 소견(satisfactory)을 보였다. 2명의 환자에서 합병증이 발생하였는데 1례에서는 술후 2개월에 subglottic협착이 발생하여 permanent tracheostomy 하였으며 1례는 술후 14일에 기관조영검사하던 중 aspiration에 의한 호흡부전이 발생하여 사망하였다 (표 6).

고 찰

기관협착증은 기관내삽관, 기관절개술, 외상, 염증, 기관내 및 기관주위 압중등에 의해 발생할 수 있다. 최근에는 장기간 호흡기 사용에 따른 기관삽관술후에 발생한 기관협착증의 빈도가 증가하고 있다¹⁻⁵⁾. 커프가 있는 튜브를 사용한 경우 Pearson등은 15%에서 20%의 발생빈도를 보고하고 있다⁴⁾. 커프손상에 대한 병인은 커프와 기도내벽사이의 압력에 의한 국소적

인 허혈성 변화가 시초로서 기도점막의 궤양화와 손상 받은 연골의 파괴와 흡수에 이은 scar contracture에 의한 것으로 알려져 있다¹⁾. stoma부위의 협착은 내관의 동요, 커프압박에 의한 커프와 stoma부위의 점막 하 혈액공급의 장애, 기관삽관 제거후 기관절개 측면 부위의 연골이 증상으로 당겨지면서 섬유성반흔과 육아조직형성을 들 수 있겠다¹⁾. 치료에 앞서 가장 중요한 원칙은 예방이다. stoma부위의 협착은 최근 수술 수기의 발전, 국소감염의 예방, 무겁거나 지렛대로 작용하는 기관삽관튜브에 연결되는 장치의 개선등으로 빈도의 감소를 보이고 있지만 더 많은 cuff부위 원형의 협착은 아직 문제로 남아 있다³⁾

기관협착이 진행하여 기관내경이 5mm이하로 좁아질 경우 stridor를 동반한 증상이 나타나는데 경부기관 또는 suglottic 협착에는 기관지경을 통한 육아조직제거, 확장기에 의한 반복적 기관확장, 장기간의 T-tube stenting등의 고식적 방법으로 치료될 수 있다⁷⁾. 특히 이 방법은 만성 폐질환이나 순환기질환, 고령등의 위험인자가 있을 경우 또는 기관협착이 시작된 후로 8주이내기 때문에 염증성 반응과 섬유화가 진행될 경우에 유용하다⁵⁾. 그러나 원형의 기관협착이 진행하게 되면 가장 합당한 치료방법은 협착부위의 절제와 일차봉합이다²⁾. 이런 환자들의 기도 성형술에 이용되는 마취방법은 마취과의사들은 물론 기도자재가 수술 시야인 수술자에게도 중대한 관심사가 되어있다⁶⁾.

현재까지 사용되어온 방법으로는 튜브 환기법, apneic ventilation 방법, 체외순환법, 그리고 고빈도 제트환기법등이 있다. 먼저 튜브환기법은 대부분의 기관수술에 사용될 수 있다. 산소화는 짧은 시간의 무호흡이 동반된 양압호흡기에 의해 유지되어진다¹⁰⁾. 이 방법은 단단문합부위의 잦은 기도단절과 반복해서 기관내조작을 해야하는 것, 두 기관의 후벽을 봉합할 때 기관내 튜브로 인한 수술시야의 제한등의 단점이 있다¹⁶⁾.

무호흡에 의한 oxygenation은 100% 산소를 hyperventilation한후 12분에서 15분동안 apnea상태로 지속할 수 있다는데 기초를 두고 있다. 하지만 이 방법은 개인별로 안전한 시간을 정확하게 예측할 수 없기 때문에 사용되고 있지 않다¹⁷⁾.

체외순환을 이용한 기관협착증 재건술은 Woods등이 처음 기술하였고 본 교실에서도 보고한 바 있지만 체외순환시 까지의 PaCO₂증가나 hypoxia의 가능성과 heparin사용에 따른 출혈, 체외순환 자체의 위험성등으로 최근 사용되지 않는다^{9,23)}.

고빈도 제트환기법은 1967년 Saunder가 처음으로 기관지경에 ventury jet를 적용한 이래 Klain과 Smith등에 의해 자동화된 jet ventilator가 도입되었다¹⁸⁾. 호흡수는 1-5Hz(1 Hz=60 breaths/min)이며 jet injector를 사용하여 호흡기(ventilator)로부터 나오는 gas flow를 증가시켜 고빈도 분당 호흡수를 가능케 하였다. 그 임상기전은 아직 정확하게 규명되어 있지 않지만 가속화된 flow는 Bernoulli효과를 유발시켜 최고흡기압이나 기도내압을 상승시키지 않고 gas entrainment에 의해 tidal volume(Vt)을 증가시킨다고 하였다²²⁾. 자발호흡동안 air flow는 turbulence에 의해 말초 기관지까지 대류하여 들어가며 respiratory airway내에서 flow는 저속의 laminar로서 확산에 의한 가스교환이 일어난다. 고빈도 환기동안 이 turbulence가 증가되는데, 즉 대류운동이 증가됨으로서 가스확산이 증가되며 이로 인하여 functional residual capacity의 증가와 physiologic dead space는 감소하는 반면 기도내압은 낮아져 혈역학적인 안정성과 pulmonary barotrauma의 감소를 얻을 수 있다. 따라서 고빈도 환기는 공기주입 cannula의 내경이 1.5 mm, 분당 호흡수 80-150, tidal volume 75-150ml에서 PaO₂ 210-500mmHg, PaCO₂ 23-45mmHg를 유지할 수 있어 기도의 수술에는 가장 이상적이라 할

수 있다¹⁶⁾. 저자들의 경우 폐질환이 없는 5명의 환자에서 고빈도 제트환기동안 PaO₂ 300mmHg이상, PaCO₂ 47mmHg이하의 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

이외에 중환자실등에서 기관지루가 있어 기존의 양압호흡기로는 공기누출(air leakage)이 너무 심할때 사용될 수 있다^{25,29)}. 그러나 반드시 들어간 jet air가 자연적으로 배출될 수 있는 만큼 기도에 여유가 있어야 사용가능하다. 또한 흡입마취제를 사용할 수 없다는 것과 불충분한 습도조절등의 한계가 있다²²⁾.

환상절제 단단문합술의 합병증으로는 봉합부전, 육아조직형성, 허혈등이 문합부위에 발생할 수 있으며 기타 무명동맥의 침식내지 출혈, 수술부위의 혈종, 연하곤란, 감염등이 발생할 수 있다²⁵⁾. Grillo는 이들중 봉합부위의 육아조직형성이 가장 많이 나타난다고 보고하면서 이의 요인으로는 봉합방법, 봉합사, 감염등이 관계한다고 하였다^{25,26,27)}. Pearson¹¹⁾등은 봉합방법에서 유의할 점으로 건강한 기관의 문합을 갖는 것과 문합부위의 혈액공급, 문합부의 지나친 장력을 피할 것을 들고 있다.

문합부의 장력을 줄이고 절제한계를 늘일 수 있는 방법으로 세가지가 있는데 흉부로부터 기관의 상부로의 가동, 기관연골 사이에 있는 환상인대의 절개, 후두나 설골을 이들 상부의 근부층으로부터 유리하는 방법등이다^{24,28)}. 저자들의 경우 한 환자에서 술후 2개월에 문합부위의 재협착이 발생하였는데 절제한계를 늘이기 위하여 두번째 방법을 사용하였으나 협착부위가 너무 길어 불충분한 기관절제가 육아조직형성의 원인으로 작용하였고 술후 20일에 사망한 환자의 경우 기관조영검사중 조작미숙으로 조영제에 의한 질식이 사망의 원인이 되었다.

결 론

연세대학교 흉부외과학교실에서는 기관내 삽관과 기관절개술후 발생한 기관협착 환자 5명과 갑상선암의 기관침습에 의한 기관협착환자 1명에서 고빈도 제트환기법을 이용하여 기관 단단문합을 시행하였다. 고빈도환기중 양호한 가스분압과 1례의 술후 기관재협착을 제외하고 경과양호하였기에 이에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

REFERENCES

1. M.J. Andrews, F.G. Pearson : *Incidence and Pathogenesis of Tracheal Injury Following Cuffed tube tracheostomy with assisted ventilation. Annals of Surgery* 175 : 250, 1971.
2. W. Webb : *Surgical Management of tracheal stenosis, Ann. Surg.* 179 : 819, 1974.
3. H.C. Grillo : *A low pressure cuff for tracheostomy tubes to minimize tracheal injury. The J. of Thor. and Card. Vascular surgery*, 62 : 898, 1971.
4. M.J. Andrews and F.G. Pearson : *An analysis of 59 cases of tracheal stenosis after tracheostomy, Brit. J. Surg.*, 60 : 209, 1973.
5. H.C. Grillo : *Surgical management of tracheal stenosis, Surgical clinics of North America*, 68 : 511, 1988.
6. J.D. Cooper, H.C. Grillo : *Experimental production and prevention of injury due to cuffed tracheal tubes, Surg, Gyne. & Obstetrics.* 1235p Dec. 1969.
7. Stanley M. Shapshay : *Total cervical tracheal stenosis : Tx. by laser, dilatation, and stenting, Ann Otol Rhinol Laryngol* 98 : 890, 1989.
8. Hidefumi Obara : *Reconstruction of the trachea in children with tracheal stenosis by using Jet ventilation, Anesthesiology*, 68 : 441, 1988.
9. 정원철 : 체외순환을 이용한 기관협착의 재건술에 대한 전신마취. 대한마취과학회지, 권14 : 508.
10. Bennine Geffrin, H.C. Grillo : *Anesthetic management of tracheal resection and reconstruction, Anesthesia and Analgesia*, 48 : 884, 1969.
11. F.G. Pearson : *Detection and management of tracheal stenosis following cuffed tube tracheostomy, The annals of Thoracic Surg*, 12 : 359, 1971.
12. Joel D. Cooper : *Use of the silicon tracheal T-Tube for the management of complex tracheal injury, J Thorac Cardiovasc Surg* 82 : 559, 1981.
13. Tsueno Ishihara : *Resection of the trachea infiltrated by thyroid carcinoma, Ann Surgery*, 496p, April, 1982.
14. H.G. Grillo : *Resectional management of airway invasion by thyroid carcinoma, Ann Thorac Surg*, 42 : 287, 1986.
15. Shuji Sekei : *Facilitation of intrathoracic operations by means of high-frequency ventilation, J Thorac Cardiovascular Surg* 86 : 388, 1983.
16. Andre' McClish : *High flow catheter ventilation during jomor tracheobroncheal reconstruction, J Thorac Cardiovasc Surg* 89 : 508, 1985.
17. M Jack Frumin : *Apneic Oxygenation in man, Anesthesiology* 20 : 789, 1959.
18. George G. Neuwman : *High-frequency jet ventilation for tracheal resection in a child, Anesth analg*, 63 : 1039, 1984.
19. Graziano C. Carlon : *High-frequency jet ventilation, Chest*, 84 : 551, 1983.
20. 박운곤 : 기관절개술 부위를 이용한 고빈도 양압 환기법에 의한 기관협착증 수술, 대한마취과학회지, 제21권 : 227, 1988.
21. 김원옥 : 고빈도 환기에 관한 연구, 대한마취과학회지, 제17권 : 321, 1984.
22. 방서욱 : 고빈도 환기, 대한마취과학회지, 제21권 : 699, 1988.
23. Joan F. Benca : *Ventilaory management by cardiopulmonary bypass for distal tracheal reconstruction in a neonate, Anesthesiology*, 68 : 270, 1988.
24. William W. Montgomery : *Suprahycid release for tracheal anastomosis, Arch Otolaryngol*, 99 : 255, 1974.
25. Hermes C. Grillo : *Complication of tracheal reconstruction, J Thorac Cardiovasc Surg*, 91 : 322, 1986.
26. Hermes C. Grillo : *Reconstruction of the trachea, Thorax*, 28 : 667, 1973.
27. Hermes C. Grillo : *Surgical treatment of post-intubation tracheal injuries, J Thorac Cardiovasc Surg*, 78 : 860, 1979.
28. 김광현 : 기관삼관에 후발한 기관협착에 대한 기관절개 단단문합술, 한이인지, 제27권 : 168, 1984.
29. 이두연, 박영환 : 원발성 기관종양의 수술치험 9례 보고, 대한흉부외과학회지, 18 : 887, 1985.