일측폐환기 마취하에서 흉곽경 비디오 장비를 이용한 소아 흉부수술 2예

-증례 보고-

조선대학교 의과대학 마취과학교실

한승용 · 정용훈 · 안태훈 · 유병식

= Abstract =

One-lung Anesthetic Experience for Video-assisted Thoracoscopic Surgery in Two Children

-A case report-

Seung Yong Han, M.D., Yong Hun Chung, M.D., Tae Hun An, M.D.
and Byung Sik Yu, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

Video-assisted thoracic surgery (VATS) has been increasingly used because of it is a less invasive procedure than the open thoracotomy. Neither commercially available double-lumen tubes nor the univent tube can be used in small children. An ordinary uncuffed tracheal tube was introduced into the main bronchus of the right lung. This technique proved to be a simple and effective method of isolating and ventilating the other lung. We describe our experience providing one-lung ventilation with ordinary endotracheal tube during VATS in two young children. (*Korean J Anesthesiol* 2001; 40: 824~828)

Key Words: Anesthesia: pediatric. Anesthetic techniques: endobronchial; general. Surgery: thoracoscopic surgery.

흉곽경 비디오 장비를 이용한 흉부수술(video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)은 개흉술에 비하여 수술 후 동통의 감소, 절개선에 대한 환자의 미용적 선호도 증가, 수술 후 호흡기계의 합병증 감소 등의 장점으로 인하여 최근 시행이 증가되고 있다.¹⁾ VATS를 위하여 일측폐환기법(one-lung ventilation; OLV)에 의한 마취는 환측 폐를 허탈시킴으로써 수술적 조작

과 시야를 좋게 할 목적으로 사용되어지며, 수술의 승패를 좌우하는 중요한 수기가 되었다. 성인에서는 이중기관튜브,²⁾ 폐쇄물(blocker)을 가진 기관튜브 등을³⁾ 이용하여 일측폐환기가 가능하다. 신생아나 작은 소아에서는 사용 가능한 이중기관튜브가 없기 때문에 일측폐환기를 위해서 일반적인 기관튜브를 이용하여 선택적 기관지내 삽관을 하는 방법과 다양한 폐쇄물의 사용으로 환측 폐를 허탈시키는 방법들이 시도되어지고 있다.^{4,5)} 저자들은 일반적인 기관튜브를 사용해서 일측폐환기법에 의한 마취를 경험하였기에 보고하는 바이다.

논문접수일 : 2001년 3월 29일

책임저자 : 유병식, 광주광역시 동구 서석동 588번지

조선대학교 의과대학 마취과학교실

우편번호: 501-171

Tel: 062-220-3223, 3555, 3227, Fax: 062-223-2333

증 례

증 례 1.

체중 10 kg, 생후 17개월인 남아환자로 횡격막성 내장전위(diaphragmatic eventration)로 진단을 받고 VATS로 횡격막 주름성형술(diaphragm plication)을 받기 위해 내원하였다. 환아는 심전도상 우심실비대 증 소견을 보였지만 심초음파상 정상소견을 보였고, 알부민이 2.43 g/dl로 저하된 상태여서 술전에 5% 알부민으로 교정하였다. 다른 검사상 이상소견은 없었다.

마취전처치는 하지 않았으며, 수술실에서 glycopyrrolate 0.004 mg/kg과 ketamine 2 mg/kg을 정주하였다. 100% O₂하 용수환기 하면서 vecuronium bromide

0.1 mg/kg를 정주한 후 내경 4.0 mm 기관튜브로 삽관하여 우측 일측폐환기가 될 때까지 강제로 튜브를 밀어 넣었다. 우측 상부의 폐음이 잘 들리고, 좌측 폐음은 들리지 않을 때 기관튜브의 깊이가 16 cm임을 확인한 후 양측 폐음이 동일하게 잘 들릴 때까지 기관튜브를 빼 깊이를 확인하였다. 이때 기관튜브의 깊이는 14.5 cm이었다. 이후 100% O₂하에 enflurane 1-2 vol%로 마취를 유지하였다. 마취호흡회로는 Mapleson D 회로를 사용하였고, 일회호흡량은 10 ml/kg, 호흡횟수는 25-30회/분, 기도압은 25 cmH₂O를 넘지 않게 유지하였다. 우측 쇄골하 정맥로를 확보한 후 우측 요골동맥에 24 G 카테터를 거치시켜 지속적으로 동맥압을 관찰하였다. 우측 측와위에서 VATS로 수술을 시작하였다. 피부절개 직후 기관튜브를 미리 측정한 16 cm 깊이까지 의도적으로 밀어

Table 1. Arterial Blood Gas Analysis during Surgery

	Case 1			Case 2		
	Before OLV (FiO ₂ = 1.0)	During OLV (FiO ₂ = 1.0)	At recovery room (FiO ₂ = 0.3)	Before OLV (FiO ₂ = 1.0)	During OLV (FiO ₂ = 1.0)	At recovery room (FiO ₂ = 0.3)
pH	7.36	7.30	7.36	7.40	7.44	7.30
PCO ₂ (mmHg)	40.0	42.7	42.5	36.0	33.0	40.2
PO ₂ (mmHg)	415.9	353.9	130.7	482.2	300.8	160.5
O ₂ saturation (%)	99.8	99.8	98.3	99.9	99.7	98.5

OLV: one-lung ventilation.

Fig. 1. Chest P-A films in case 1. Preoperative chest P-A film showed that left diaphragm was paralysed and elevated (A). Right upper lobe was not appeared to be collapsed in postoperative chest P-A film (B).

넣어 일측폐환기를 시작하였다. 술중 경피적 산소포화도는 99-100%로 잘 유지되었고, 호기말 이산화탄소 분압은 34-39 mmHg로 유지되었으며, 동맥혈가스분석상(Table 1) 저산소혈증이나 과탄산혈증의 소견은 보이지 않았다. 수술도중 기관내 분비물이 많아 간헐적으로 분비물의 흡인을 시행하였다. 일측 폐환기에 의한 마취시간은 2시간 30분이었다. 횡격막 주름성형술이 끝난 직후 기관튜브를 14 cm까지 빼고 양측폐환기를 시작하였다.

수술이 끝난 후 glycopyrrolate 0.008 mg/kg와 pyridostigmine 0.3 mg/kg을 혼합하여 정주하여 근이완효과를 길항시키고, 자발호흡을 확인하고 발판 후 회복실로 이동하였다. 회복실에서 실시한 동맥혈가스분석 소견과 흉부 방사선사진상 이상 소견이 없어 병실로 이동하였다. 술후 흉부 방사선사진상 우측폐상엽의 폐쇄는 보이지 않았다(Fig. 1).

증 례 2.

체중 14 kg, 생후 36개월인 여자 환자로 VATS로 동맥관 결찰술(PDA ligation) 시행을 위해 내원하였다. 환아는 심부전이나 청색증의 소견은 없었다. 흉부 방사선사진상 폐음영이 약간 증가한 것 이외에는 다른 검사들은 모두 정상소견이었다.

마취전처치는 하지 않았고 수술실에서 glycopyrrolate 0.004 mg/kg 정주하였다. Thiopental sodium 4 mg/kg과 vecuronium bromide 0.1 mg/kg 정주한 후 100% O₂하 용수환기 후 내경 4.5 mm 기관튜브로 좌측 폐음이 소실될 때까지 의도적으로 기관튜브를

밀어 넣었다. 우측 상부 폐음이 잘 들리는지 확인하고 이때의 기관튜브의 깊이가 17.5 cm임을 기록하였다. 이후 양측 폐음이 동일하게 들릴 때까지 기관튜브를 빼어 기관튜브를 고정하였다. 이때의 기관튜브의 깊이는 16 cm이었다. 이후 100% O₂하에 enflurane 1-2 vol%으로 마취를 유지하였다. 마취호흡회로는 Mapleson D 회로를 사용하였고, 일회호흡량은 10 ml/kg, 호흡횟수는 25-30회/분, 기도압은 25 cmH₂O를 넘지 않게 유지하였다. 24 G 카테터를 우측 요골동맥에 거치하여 지속적으로 동맥압을 관찰하였다. 환자를 우측 측와위에서 VATS로 수술을 시작하였다. 피부절개 직후부터 튜브를 미리 측정된 17.5 cm까지 다시 의도적으로 밀어 넣어 일측폐환기를 시행하였다. 술중 경피적 산소포화도는 99-100%로 잘 유지되었고, 호기말 이산화탄소 분압은 35-40 mmHg로 유지되었다. 동맥혈가스분석상(Table 1) 저산소혈증이나 과탄산혈증의 소견은 보이지 않았다. 일측폐환기에 의한 마취시간은 1시간 30분이었다. 동맥관 결찰 후 기관튜브의 깊이를 16 cm까지 빼고 양측폐환기를 시작하였다.

수술이 끝난 후 glycopyrrolate 0.008 mg/kg와 pyridostigmine 0.3 mg/kg을 혼합하여 정주하여 근이완효과를 길항시키고, 자발호흡을 확인하고 발판 후 회복실로 이동하였다. 회복실에서 실시한 동맥혈가스분석 소견과 흉부 방사선사진상 이상 소견이 없어 병실로 이동하였다. 술후 흉부 방사선사진에서 우측 폐 상엽의 폐쇄는 보이지 않았다(Fig. 2).

Fig. 2. Chest P-A and A-P films in case 2. In preoperative chest P-A film, there appeared increased lung marking on both lung fields (A). Right upper lobe was not appeared to be collapsed in postoperative chest A-P film (B).

고 찰

흉곽경화 흉부수술은 개흉술에 비하여 술후 이환율을 감소시킨다. VATS는 수술 후 동통의 감소, 절개선에 대한 환자의 미용적 선호도 증가, 술후 호흡기계의 합병증 감소, 술후 빠른 회복과 입원기간을 줄이는 장점이 있다.⁶⁾ VATS는 1991년 Lewis 등에⁷⁾ 의해 처음 소개되었을 때만해도 어론에 국한되어 시행되었으나, 최근에는 체중 3 kg의 작은 신생아에 이르기까지 광범위하게 시행되어지고 있다.^{8,9)} 흉곽경화 비디오 장비를 이용한 수술이 발달하면서 적절한 수술 시야를 확보하기 위한 수술측 폐의 허탈은 수술의 승패를 좌우하는 중요한 수기가 되었다. 그러나 현재에도 일측폐환기술은 수기가 어렵고, 기관내 분비물, 출혈 등에 의한 기관지 폐쇄가 일어나기 쉬울 뿐만 아니라, 폐허탈 등으로 인하여 저산소증이 오기 쉽고, 환기가 불충분하게 될 위험성을 내재하고 있다.

성인에서는 현재 일측폐환기 방법으로 이중관기관트나 폐색물을 가진 기관트 등을 이용한 여러 가지 방법이 사용되고 있으며, 각각의 장단점이 서로 달라 적절한 선택에 어려움이 많은 실정이나 일측폐환기가 성공적으로 수행되어지고 있다. 가장 작은 크기의 이중기관트는 외경이 8.7 mm인 26 Fr (Rusch[®], Duluth, GA)로 내경 6.5 mm인 기관트와 크기가 비슷하여 일반적으로 7-8세 미만의 소아에서는 사용하기가 불가능하다. 흉부수술을 시행받는 7세 미만의 환아에서 일측폐환기를 시행하기 위해 다양한 방법들이 기술되어지고 있다. 통상적인 기관트를 사용하여 기관지에 선택적으로 삽관하는 방법과 Fogarty catheter나 pulmonary artery catheter를 이용하여 기관내를 폐쇄시키는 방법이 흔히 사용되어진다.^{4,5)}

Kubota 등은¹⁰⁾ 1-2세의 소아에서 우측 기관지의 각도는 평균 $33 \pm 6^\circ$, 좌측 기관지의 각도는 평균 $53 \pm 8^\circ$ 이었고, 3-4세의 소아에서는 우측 기관지의 각도는 평균 $33 \pm 3^\circ$, 좌측 기관지의 각도는 평균 $53 \pm 6^\circ$ 이라고 발표했다. Brown과 Fish는¹¹⁾ 40명의 신생아에서 우측 기관지의 각도는 평균 30° 이고, 좌측은 47° 라고 발표하였고, 우측 주기관지에 흔히 삽관되는 이유는 우측 주기관지가 좌측 주기관지보다

기관으로부터 더 직접적으로 연속되어있고, 흔히 사용하는 기관트의 사면이 좌측사면이기 때문이라고 하였다. Cleveland는¹²⁾ 우측 기관지의 각도는 평균 26.42° 이고, 좌측 기관지의 각도는 평균 33.02° 라고 발표하였다. Bonica와 Hall은¹³⁾ 맹목적 방법으로 기관지내 삽관을 처음 기술하였다. 그들은 우측 주기관지내 삽관을 위해 좌측 사면의 기관트를 사용하고 좌측 주기관지내 삽관을 위해 우측 사면의 기관트를 사용했다. 그들은 좌측 주기관지내 삽관은 기관트를 90° 반시계 방향으로 돌려서 기관지의 좌측 벽을 따라 좌측 주기관지에 들어갈 수 있도록 하여 수행하였다. 우측 사면의 기관트가 좌측 주기관지내 삽관에 용이하지만 보통의 기관트가 좌측 사면이기 때문에 기관트를 180° 돌려서 사용하기도 한다. 기관분기부 바로 근처에서 우측 주기관지로부터 우측 상엽기관지로 분지되기 때문에 우측 주기관지내 삽관을 시행하여 일측폐환기를 통한 마취 후 우측 상엽 폐쇄의 발생빈도가 높다. 본 증례에서는 우측 주기관지내 삽관 후 우측 상부의 폐음이 잘 들릴 때까지 튜브를 빼 위치를 고정함으로써 우측 상엽기관지의 폐쇄는 발생하지 않았다. 이것은 강제적으로 기관트를 밀어 넣을 때 우측 상부의 폐음이 잘 들릴 때의 기관트의 깊이를 정확하게 기록함으로써 우측 상엽의 폐쇄가 발생하지 않았으리라 생각된다.

Tan 등은¹⁴⁾ 일반적인 기관트를 사용하여 우측 일측폐환기 후 우측 상엽의 폐쇄의 발생 빈도를 낮추기 위해 특별히 고안된 기관트를 사용함으로써 합병증의 발생빈도를 감소시킬 수 있다고 하였다. Fogarty catheter 혹은 pulmonary artery catheter를 사용하여 필요한 기관지를 폐쇄시켜 일측폐환기를 시행할 수도 있다. 임상에서 폐색물은 기관내 삽관 전에 맹목적으로 혹은 경직성 기관지경을 통하여 삽입되어지고, 폐색물의 위치는 굴곡성기관지경, 청진, 흉부 x-ray검사 등으로 확인되어진다. 이런 방법들 때문에 두 가지 큰 단점이 있다. 첫째는, 폐색물을 위치시키는 동안 저산소혈증의 가능성이 있고, 두번째는, 수술 동안 폐색물이 적절한 위치를 벗어나면 다시 위치시키기 힘들다는 점이다.

Kerr는¹⁵⁾ 일측폐환기 동안 산소섭취와 이산화탄소의 제거에 관한 성인과 동물의 연구를 통해 양측폐환기에서 일측폐환기로 바뀌어도 분지환기량이 일정

하게 유지된다면 PaCO_2 가 유의하게 증가하지 않는다고 하였다. 본 증례에서도 마취회로는 mapleson D system을 이용하였고, 수술도중 PaCO_2 의 증가는 유의하게 나타나지 않았다.

소아에서 일측폐환기를 위한 방법으로 여러 가지 방법들이 사용되고 있으나, 본 증례와 같이 좌측 폐를 허탈시키기 위해 일반적인 기관튜브를 이용한 방법은 비록 우측폐 상엽의 폐쇄가 발생할 수 있으나, 기관튜브를 우측 상부의 폐음이 가장 잘 들리는 위치에 고정시킴으로써 쉽고, 빠르게, 비교적 안전하게 시도될 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Benumof JL: In Anesthesia for Thoracic Surgery. W.B. Saunders, Philadelphia. 1987, pp 271-87.
2. Burton NA, Watson DC, Brodsky JB, Mark JB: Advantages of a new polyvinyl chloride double-lumen tube in thoracic surgery. *Ann Thorac Surg* 1983; 36: 78-84.
3. 오용석, 최익현, 정태원, 박일용: Univent[®]를 이용한 일측 폐환기법의 적절성에 대한 평가. *대한마취과학회지* 1996; 30: 41-5.
4. Rowe R, Andropoulos D, Heard M, Johnson K, DeCampi W, Idowu O: Anesthetic management of pediatric patients undergoing thoracoscopy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1994; 8: 563-6.
5. Mihalka J, Burrows FA, Burke RP, Javorski JJ: One-lung ventilation during video-assisted thoracoscopic ligation of a thoracic duct in a three-year-old child. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1994; 8: 559-62.
6. Hasnain JU, Krasna MJ, Barker SJ, Weiman DS, Whitman GJ: Anesthetic considerations for thoracoscopic procedures. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6: 624-7.
7. Lewis RJ, Caccavle RJ, Sisler GE: Special report: video endoscopic thoracic surgery. *N J Med* 1991; 88: 473-5.
8. Laborde F, Noirhomme P, Karam J, Batisse A, Bourel P, Saint Maurice O: A new video-assisted thoracoscopic surgical technique for interruption of patent ductus arteriosus in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; 105: 278-80.
9. Hammer GB, Manos SJ, Smith BM, Skarsgard ED, Brodsky JB: Single-lung ventilation in pediatric patients. *Anesthesiology* 1996; 84: 1503-6.
10. Kubota Y, Toyoda Y, Nagata N, Kubota H, Sawada S, Murakawa M, et al: Tracheo-bronchial angles in infants and children. *Anesthesiology* 1986; 64: 374-8.
11. Brown TCK, Fish GC: Anaesthesia for Children. Melbourne, Blackwell Scientific Publication, 1979, pp 3.
12. Cleveland RH: Symmetry of bronchial angles in children. *Radiology* 1979; 133: 89-93.
13. Bonica JJ, Hall WM: Endobronchial anesthesia for intrathoracic surgery. *Anesthesiology* 1951; 12: 344-65.
14. Tan PP, Chu JJ, Ho AC, Cheng KS, Lin PJ, Chang CH: A modified endotracheal tube for infants and small children undergoing video-assisted thoracoscopic surgery. *Anesth Analg* 1998; 86: 1212-3.
15. Kerr JH: Physiological aspects of one-lung (endobronchial) anesthesia. *Int Anesthesiol Clin* 1972; 10: 61-78.