

## 이중관 기관지튜브와 Univent튜브를 사용한 일측 폐환기시 최고흡기압과 유순도 변화

이화여자대학교 의과대학 마취과학교실  
이 귀 용 · 정 락 경

= Abstract =

### Changes of Peak Inspiratory Airway Pressure and Compliance during One-Lung Ventilation Using Double Lumen Tube and Univent Tube

Guie-Yong Lee · Rack-Kyoung Chung

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Ewha Womans University

**Objects** : One-lung anesthesia offers advantages during thoracic surgery, but has the disadvantage of causing hypoxemia and affects the respiratory mechanics.

We investigated the peak inspiratory airway pressure(PIP) and compliance during one-lung ventilation using different tubes.

**Methods** : In healthy 12 patients undergoing thoracic surgery, left-sided double lumen endobronchial tube was inserted. In 10 patients, Univent tube was inserted and fixed the blocker using the bronchofiberscope. The PIP, compliance, end-tidal CO<sub>2</sub> and SpO<sub>2</sub> were measured using a Capnomac Ultima<sup>®</sup> during two-lung and right one-lung ventilation.

**Results** : During two-lung ventilation, there was no difference between the two groups. During one-lung ventilation PIP increased and compliance decreased significantly than two-lung ventilation. In the double lumen tube group, PIP increased significantly and compliance decreased significantly than Univent tube group. There was no significant changes in the end-tidal PCO<sub>2</sub> and SpO<sub>2</sub>.

**Conclusion** : Univent tube provide lesser changes of PIP and compliance during one-lung anesthesia in supine position than double lumen endobronchial tube.

## 서 론

의료장비의 개발로 흉부외과 수술에 일측 폐환기 마취기법이 유용하게 사용되고 있다. 일측 폐환기에 사용되는 삼관용 튜브에는 이중관 기관지튜브 및 단일관 기관지 폐쇄구 튜브의 두 종류가 있으며 각기 다른 장단

점이 있으므로 환자의 폐질환 상태, 수술부위 및 사용자의 숙련도에 따라 선호되고 있다<sup>1)2)</sup>.

일측 폐환기 마취시에는 일측폐의 허탈로 인한 저산소혈증이 나타날 수 있으므로 생리적 변화 및 저산소혈증의 발생을 방지하기 위한 환기방법의 개선과 사용기구에 대하여 많은 연구가 보고<sup>1-7)</sup> 되었으나 마취중 사용되고 있는 기관지튜브의 종류에 따른 호흡역학적 연구

는 많지 않다. 저자들은 일측 폐환기 마취시 널리 사용되고 있는 좌측용 이중관 기관지튜브와 Univent튜브에 의한 최고흡기압과 유순도의 변화를 관찰하여 일측 폐환기 마취시 환자관리에 도움이 되고자 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

일측 폐환기 마취하에 흉곽수술을 시행받는 미국마취과학회 신체상태 분류 1급에 속하는 성인남녀 환자 22명을 대상으로 하였다. 환자중 심혈관계 및 폐기능이 심하게 저하된 환자는 제외하였으며 대상환자의 성별, 연령, 체중은 Table 1과 같다. 마취중 사용한 삽관튜브의 종류에 따라 이중관 기관지튜브(double lumen endobronchial tube)군 (12명)과 기관지폐쇄구(bronchial blocker)가 있는 Univent튜브군(10명)으로 나누었다. 마취전처치로 atropine sulfate 0.5mg과 midazolam 2~3mg을 수술 1시간전에 근육주사하였으며, 마취유도는 100% 산소를 흡입시키면서 thiopental sodium 5mg/kg, succinylcholine 1.5mg/kg을 정주한 후 후두경하에서 이중관 기관지튜브군의 남자환자는 37 Fr, 여자환자는 35 Fr의 Broncho-Cath™ Left (Mallinckrodt Medical, Ireland)를 삽관하였다. 튜브의 커퍼가 성대를 통과하면 좌측으로 회전시킨 후 약간의 저항이 느껴질 때 까지 삽입시켰다. Univent튜브군에서는 Univent튜브(Fuji corp. Japan)를 남자환자는 내경 7.5mm, 여자환자는 내경 6.5mm 튜브를 삽관하였다. 이중관 기관지 튜브가 좌측 기관지에 정확히 거치되었는지 양측 호흡음을 청진한 후 외경 4mm의 굴곡성 기관지경(Olympus LF-2, Olympus Optical Co. LTD, Japan)으로 확인하였다. Univent튜브의 기관지폐쇄구는 굴곡성 기관지경하에서 좌측 기관지에 거치시켰다. 마취유제는 fentanyl 200µg, midazolam 5mg을 정주한 후 pancuronium 0.1mg/kg 으로 근육이완을 시켰고 양측 폐환기시에는 O<sub>2</sub>-air-enflurane으로 일측 폐환기시에는 O<sub>2</sub>-enflurane을 흡입시켰다. 용량형 마취기(MGM 590, Dameca, Denmark)로 일회 호흡량 10ml/kg, 호흡수 10회/분으로 호기말 이산화탄소분압이 30~40mmHg가 되게 유지하였다. 술중 환자 감시장치(Hewlett Packard 54S, Hewlett Packard,

Germany)를 사용하여 혈압, 심박수, 호기말 이산화탄소분압, 맥박 산소포화도를 지속적으로 감시하였다. 양와위 상태에서 양측 폐환기 및 우측 일측 폐환기시 최고흡기압, 폐유순도, 일회호흡량을 마취기 회로에 연결된 지속적 폐활량 측정기(Capnomac Ultima, Datex-Engstrom, Finland)로 감시하면서 양측 폐환기 및 우측 일측 폐환기 시행 후 10~15분사이에 맥박 산소포화도 및 호기말 이산화탄소분압과 함께 측정하였다.

모든 측정치는 평균±표준편차로 표시하였고, 각군 내에서 양측 폐환기, 우측 폐환기시 최고흡기압 및 폐유순도는 Wilcoxon signed rank test로, 양군간의 비교는 Mann-Whitney test를 시행하였으며 P<0.05인 경우 통계적으로 유의한 것으로 하였다.

## 결 과

### 1. 최고흡기압의 변화(Table 2)

두 군에서 양측 폐환기에 비해 우측 폐환기시 최고흡기압은 유의하게 증가하였다. 양측 폐환기시 이중관 기관지튜브군과 Univent튜브군 사이에는 차이가 없었으나 우측 폐환기시에는 이중관 기관지튜브군은 28.8±3.9 cmH<sub>2</sub>O, Univent튜브군에서는 20.7±4.4cmH<sub>2</sub>O로 이중관 기관지 튜브군에서 유의하게 높았다(P<0.05).

**Table 1.** Demographic Data of Patients

	Double lumen tube (n=12)	Univent tube (n=10)
Gender(M : F)	7 : 5	6 : 4
Age(yr)	26.5 ± 9.4	26.7 ± 11.0
Weight(kg)	62.1 ± 12.0	61.3 ± 14.5

Values are mean ± SD.

There were no significant differences between groups.

**Table 2.** Changes of peak inspiratory pressure(PIP) and compliance during two-lung and right one-lung ventilation

	PIP(cmH <sub>2</sub> O)		Compliance(cmH <sub>2</sub> O/L)	
	TLV	ROLV	TLV	ROLV
DLT	17.5 ± 2.9	28.8 ± 3.9*†	39.4 ± 8.2	22.6 ± 7.6*†
Univent	16.2 ± 2.6	20.7 ± 4.4*	44.3 ± 10.2	34.5 ± 8.7*

Values are mean ± SD

DLT : double lumen tube

TLV : two-lung ventilation ROLV : right one-lung ventilation

\* : p<0.05 compared with TLV

† : <0.05 compared with Univent

**Table 3.** Changes of end-tidal PCO<sub>2</sub>(ETCO<sub>2</sub>) and SPO<sub>2</sub> during two-lung and right one-lung ventilation

	SPO <sub>2</sub> (%)		ETCO <sub>2</sub> (mmHg)	
	TLV	ROLV	TLV	ROLV
DLT	99.3±0.7	98.9±0.7	32.1±3.3	34.0±2.9*
Univent	99.8±0.4	99.8±0.4	31.7±3.3	32.2±2.6

Values are mean±SD.

DLT : double lumen tube

TLV : two-lung ventilation

ROLV : right one-lung ventilation

\* : p<0.05 compared with TLV

## 2. 유순도의 변화(Table 2)

두 군에서 양측 폐환기에 비해 우측 폐환기시 유순도는 유의하게 감소하였다. 양측 폐환기시 이중관 기관지 튜브군과 Univent 튜브군 사이에는 차이가 없었으나 우측 폐환기시에는 이중관 기관지 튜브군은 22.6±7.6 cmH<sub>2</sub>O/L, Univent 튜브군에서는 34.5±8.7cmH<sub>2</sub>O/L로 이중관 기관지 튜브군에서 유의하게 감소하였다 (P<0.05).

## 3. 맥박 산소포화도 및 호기말 이산화탄소분압(Table 3)

맥박 산소포화도는 양측 폐환기시나 우측 폐환기시에도 차이가 없었다. 호기말 이산화탄소분압은 이중관 기관지 튜브군에서 우측 폐환기시 34.0±2.9mmHg로 양측 폐환기시 보다 유의하게 증가하였으나 정상범위를 유지하였다. Univent 튜브군에서는 우측 폐환기시 변화가 없었다.

# 고 안

일측폐환기 마취는 폐, 종격동(mediastinum), 식도, 흉부대동맥 수술 등에서 수술 부위쪽의 폐를 인위적으로 허탈시켜 수술을 용이하게 하는 장점이 있으나 폐환기 장애에 의한 저산소증 및 호흡역학에 장애를 초래할 수 있다<sup>12)</sup>.

이중관 기관지 튜브는 초기에는 Carlens 튜브가 사용되었으나 후두손상, 삼관 및 분비물 제거의 어려움이 있었다. 최근에는 투명하고, 조직 손상이 적은 일회용 플라스틱 튜브들이 개발되어 사용되고 있다. 우측 기관지 튜브를 사용하는 경우 기관분기부에서 우상엽의 기관지 개구부까지 길이가 짧아 우상엽 환기를 차단할 수 있으므로 좌, 우측 개흉술에 무관하게 좌측 기관지 튜

브가 선호되고 있다. 이중관 기관지 튜브는 35-41 Fr(ench(내경 5.0~6.5mm)의 크기가 있으며, 본 연구에서는 여자환자에서 35 Fr(내경 5.0mm) 튜브, 남자환자에게는 37 Fr(내경 5.5mm) 튜브를 사용하였다.

Univent 튜브는 단일관 튜브로 튜브 외측에 분리된 내경 2mm의 가는 카테테르 끝에 풍선이 있어 기관지 폐쇄구의 역할을 한다. 기존의 이중관 기관지 튜브에 비해 삽입과 거치가 쉽고, 술후에도 기계적 환기를 지속시켜야 되는 환자에서 수술종료시 튜브를 교체할 필요가 없으며, 각 폐의 선택적 폐엽의 폐쇄가 가능한 장점을 가지고 있으며 폐쇄구 관을 통하여 흡인하거나 CPAP을 사용할 수도 있다<sup>8)</sup>. Univent 튜브는 내경 6.0~9.0mm의 크기가 있으며 본 연구에서는 여자환자에서 내경 6.5mm 튜브, 남자환자에게는 7.5mm 튜브를 사용하였다.

최고흡기압은 기도의 저항을 극복하는데 필요한 압력과 폐 및 흉벽의 탄성을 반영하기 때문에 기도의 저항이 증가하였거나 또는 폐 및 흉벽의 탄성이 감소하였을 경우에는 상승하게 된다. 기계적 환기중인 환자에서 흡기말의 최고기도압은 기도의 저항과 비례관계에 있게 된다<sup>9)10)</sup>. Volume-cycled 인공호흡기를 사용하는 경우 폐유순도가 감소하거나 기도저항이 증가하면 흡기압이 증가하므로 과팽창과 폐 압손상을 초래할 수 있다. 기계적 환기시 최고기도압, 호기말 양압, 환자의 폐질환 상태는 폐 압손상과 관련되는 요인이 될 수 있다<sup>11)</sup>. 본 연구에서는 우측폐환기시 이중관 기관지 튜브군에서 28.8±3.9cmH<sub>2</sub>O로 증가하였지만 안전한 범위를 나타내었다. Petersen 및 Baier<sup>12)</sup>의 보고에서 중환자실의 기계적환기 환자에서 최고흡기압이 70cmH<sub>2</sub>O 이상인 환자의 43%에서 폐 압손상이 있었으나 50cmH<sub>2</sub>O를 초과하지 않은 환자에서는 폐 압손상이 나타나지 않았다. 그러나 건강한 사람에서는 기침이나 재채기를 할 때 최고기도압이 200cmH<sub>2</sub>O까지도 나타난다<sup>13)</sup>. 또한 고빈도 제트환기 환자의 폐압손상 발생 빈도가 다른 환기양식의 환자와 차이가 없다는 결과<sup>12)</sup>는 폐 압손상에 환자의 폐질환 상태가 주요 요인임을 암시하고, Tuxen 및 Lane<sup>14)</sup>은 폐 압손상이 폐의 불균형적 과팽창 때문이라고 하였다.

최고흡기압은 흡기유속<sup>14)</sup>과 양상<sup>9)</sup>, 일회환기량, 기관지 튜브의 크기<sup>15)</sup> 등에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서 흡입 가스유속과 일회환기량은 일정하게 유지하였으므로

로 기관내튜브 크기가 직접 관련되었다고 생각한다. 본 연구에서 양측 폐환기시에는 이중관 기관지튜브군은 두개의 관을 통하여 환기가 되므로 최고흡기압이 Univent 튜브군과 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 우측 폐환기시에는 이중관 기관지튜브군에서  $28.8 \pm 3.9$  cmH<sub>2</sub>O로 Univent 튜브군의  $20.7 \pm 4.4$  cmH<sub>2</sub>O보다 유의하게 높았다. 이는 일측 폐환기시 이중관 기관지튜브의 이중관에서 한쪽 관은 결찰하고 남은 관으로만 환기를 시키므로 이중관 기관지튜브군이 Univent 튜브군보다 여자환자에서는 1.5mm, 남자환자에서는 2.0mm 만큼 튜브의 내경이 좁아져서 나타난 결과로 생각한다. 기관내삽관 튜브의 크기는 호흡력과 기도저항에 영향을 미쳐 내경이 1mm 좁아지면 호흡력은 34~154% 증가하며, 기도저항은 25~100% 증가시키므로 최고흡기압을 증가시키게 된다<sup>16)</sup>.

오 등<sup>16)</sup>은 일측 폐환기시 최고흡기압의 증가는 일회 호흡량을 약 10~15% 감소시켰다고 하였다. 일회호흡량의 감소는 분시환기량을 감소시켜 동맥혈 이산화탄소분압을 증가시킨다. 본 연구에서는 호기말 일회호흡량을 측정하지 않았으나 우측 폐환기시 양측폐환기와 동일한 호흡회수를 사용하였으므로 최고흡기압이 증가함에 따라 호기말 이산화탄소분압도 증가하리라고 가정하였으나 이중관 기관지튜브군에서만 우측 폐환기시  $34.0 \pm 2.9$  mmHg로 양측 폐환기시 보다는 유의하게 증가하였으나 정상범위를 유지하였으므로 분시환기량 감소에 의한 동맥혈 이산화탄소분압의 변화는 적은 것으로 생각한다. 맥박 산소포화도는 양측 폐환기시와 같았다.

이러한 결과는 두군에서 우측 폐환기시 최고흡기압이 양측 폐환기보다는 증가하였지만  $30 \sim 35$  cmH<sub>2</sub>O이었으므로 가스교환에는 해로운 영향을 미치지 않은 것으로 생각한다.

유순도는 호기말이나 흡기말에 유량의 흐름이 없는 시기에 측정된 압력과 용적으로 계산하여 호기시 일회 호흡량을 흡기말 기도압으로 나눈 값으로 나타내며 기도저항의 영향을 받는다. 유순도가 감소하는 것은 호흡계가 경직성을 나타냄을 의미하며 기관지내 튜브삽관, 기도 폐쇄, 무기폐, ARDS, 기흉 등에서는 유순도가 감소한다<sup>17)</sup>. 본 연구에서는 양측 폐환기시 이중관 기관지튜브군과 Univent 튜브군 사이에는 유의한 차이는 없었으나 우측 폐환기시에는 이중관 기관지튜브군에서

유의하게 감소하였다.

본 연구에서의 제한점으로는 첫째, 양와위에서 측정된 결과이므로 측와위에서 시행하는 수술환자에도 같은 결과를 예상할 수 없으며 둘째, 호기말 이산화탄소분압과 맥박산소계측기로 측정된 산소포화도는 동맥혈 가스분석치를 간접적으로 반영하는 점을 들 수 있다.

결론적으로 일측 폐환기 마취에 널리 사용되는 이중관 기관지튜브와 Univent 튜브를 비교한 결과 Univent 튜브가 최고흡기압과 유순도 변화를 적게 일으키므로 일측 폐환기마취시 튜브선택에 있어 장점이 될 수 있다고 생각한다.

## 요 약

### 연구목적 :

일측 폐환기 마취시에 사용하는 이중관 기관지튜브 및 Univent 튜브에 의한 최고흡기압과 유순도의 변화를 관찰하고자 본 연구를 시행하였다.

### 방 법 :

일측 폐환기 마취하에 선택적 흉곽수술을 받는 환자 22명을 대상으로 하였다. 12명에서 이중관 기관지튜브를, 10명에서 Univent 튜브를 삽관하여 양와위 상태에서 양측폐 환기, 우측 일측 폐환기 시행중 최고흡기압, 유순도, 맥박 산소포화도, 호기말 이산화탄소분압을 측정하였다.

### 결 과 :

양측 폐환기에 비해 일측폐 환기시 최고흡기압은 유의하게 증가하였으며 유순도는 감소하였다. 일측폐 환기시 이중관 기관지튜브군은 Univent 튜브군 보다 최고흡기압은 유의하게 증가하였으며 유순도는 감소하였다. 산소포화도는 일측폐 환기시에도 차이가 없었다. 호기말 이산화탄소분압은 이중관 기관지튜브군에서 일측폐 환기시 양측폐 환기시보다 유의하게 증가하였으나 정상범위를 유지하였다.

### 결 론 :

일측 폐환기 마취에 널리 사용되는 이중관 기관지튜브와 Univent 튜브를 비교한 결과 Univent 튜브가 최고흡기압과 유순도 변화를 적게 일으키므로 일측 폐환기 마취시 튜브선택에 있어 장점이 될 수 있다고 생각한다.

## References

- 1) Benumof JL : *Anesthesia for thoracic surgery. 2nd ed. Philadelphia, W.B. Saunders company. 1995 ; pp 334-389*
- 2) Kaplan JA : *Thoracic anesthesia. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone 1991 ; pp372-388*
- 3) Capan LM, Turndorf HT, Patel C, Romanathan S : *Optimization of arterial oxygenation during one lung anesthesia. Anesth Analg 1980 ; 59 : 847-851*
- 4) Alfery DD, Benumof JL, Trousdale FR : *Improving oxygenation during one-lung ventilation in dogs : The effect of positive end-expiratory pressure and blood flow restriction to the nonventilated lung. Anesthesiology 1981 ; 55 : 381-385*
- 5) Fisher WP, Friday CD, Read RC : *Changes in arterial oxygenation and pulmonary shunt during thoracotomy with endobronchial anesthesia. J Thorac Cardiovasc Surg 1982 ; 83 : 523-527*
- 6) Hannenberg AA, Satwicz PR, Dienes RS : *A device for applying CPAP to the nonventilated upper lung during one-lung ventilation. Anesthesiology 1984 ; 60 : 254-257*
- 7) Katz JA, Laverne RG, Fairley BF, Thomas AN : *Pulmonary oxygen exchange during endobronchial anesthesia : Effect of tidal volume and PEEP. Anesthesiology 1982 ; 56 : 164-171*
- 8) Gayes JM : *The Univent tube is the best technique for providing one-lung ventilation. Pro : One-lung ventilation is best accomplished with the Univent endotracheal tube. J Cardiothorac Vasc Anesth 1993 ; 7 : 103-107*
- 9) Marcy T, Marini JJ : *Inverse ratio ventilation in ARDS : rationale and implementation. Chest 1991 ; 100 : 494-499*
- 10) Marini JJ : *Lung mechanics in the adult respiratory distress syndrome. Clin Chest Med 1990 ; 11 : 673-690*
- 11) Haake R, Schlichtig R, Ulstad DR, Henschen RR : *Barotrauma pathophysiology risk factors and prevention. Chest 1987 ; 91 : 608-613.*
- 12) Petersen HP, Baier H : *Incidence of pulmonary barotrauma in a medical ICU. Crit Care Med 1983 ; 11 : 67-69*
- 13) Ross BB, Gromamiak R, Rahn H : *Physical dynamics of the cough mechanism. J Appl Physiol 1955 ; 8 : 264-268.*
- 14) Tuxen DV, Lane S : *The effects of ventilatory pattern on hyperinflation, airway pressures and circulation in mechanical ventilation of patients with severe airflow obstruction. Am Rev Respir Dis 1987 ; 136 : 872-879*
- 15) Wright PE, Marini JJ, Bernard GR : *In vitro versus in vivo comparison of endotracheal tube airflow resistance. Am Rev Respir Dis 1989 ; 140 : 10-16.*
- 16) 오용석 · 김지애 · 박금숙 : 일측폐 환기시 기도압과 일회호흡량의 변화. 대한마취과학회지 1996 ; 30 : 426-430.
- 17) Barnes TA, Schreuder JK, Israel JS : *Respiratory care principles. 3rd ed. NY, FA Davis Company 1991 ; p316*