

## 기계환기중인 환자에서 기관지내시경 검사에 따른 생리적 변화

성균관대학교 의과대학 내과학교실, 삼성서울병원 호흡기내과

편유장, 서지영, 고원중, 유창민, 전경만,  
전익수, 함형석, 강은해, 정만표, 김호중, 권오정

=Abstract=

### Physiologic Changes During Bronchoscopy in Mechanically Ventilated Patients

Yu Jang Pyun, M.D., Gee Young Suh, M.D., Won-Jung Koh, M.D.,  
Chang-Min Yu, M.D., Kyeongman Jeon, M.D.,  
Ik Soo Jeon, M.D., Hyoung Suk Ham, M.D., Eun Hae Kang, M.D.,  
Man Pyo Chung, M.D., Hojoong Kim, M.D., O Jung Kown, M.D.

*Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Medicine,  
Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Republic of Korea*

**Background** : Bronchoscopy in patients on mechanical ventilation is being performed much more frequently. However, there is little data on the changes in physiologic parameters and no established mechanical ventilation protocol during bronchoscopy. A decreasing or the removal of positive end-expiratory pressure (PEEP) during bronchoscopy may precipitate severe hypoxemia and/or derecruitment.

**Methods** : Our standardized mechanical ventilation protocol, without changing the PEEP level, was used during bronchoscopy. The physiological parameters were measured during the bronchoscopic procedure.

**Results** : During bronchoscopy, respiratory acidosis, elevation of peak pressure, elevation of heart rate and auto-PEEP were developed, but were reversible changes. Procedure-related gross barotraumas or other severe complications did not developed.

---

Address for correspondence :

**Gee Young Suh, M.D.**

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Medicine,  
Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine,  
50 Ilwon-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-710, Korea

Phone : (822) 3410-3429 Fax : (822) 3410-3849 E-mail : gysuh@smc.samsung.co.kr

**Conclusion :** No serious complications developed during bronchoscopy under our standardized mechanical ventilation protocol when the PEEP level remained unchanged. The procedure time should be kept to a minimum to decrease the exposure time to undesirable physiological changes. (*Tuberculosis and Respiratory Diseases* 2004, 56:523-531)

**Key words :** Intensive Care Units, Artificial Respiration, Intratracheal Intubation, Bronchoscopy, Bronchoscopes, Pulmonary gas exchange, Respiratory Mechanics, Adverse effects.

## 서 론

기관지 내시경술은 호흡기계 질환의 진단 및 치료목적으로 널리 사용되고 있는 기술이며 그 적용범위가 확대되고 있다<sup>1</sup>. 최근 들어 중환자들에 대한 적극적인 관리의 결과로, 중환자실에서의 기관지내시경술 특히, 기계환기를 하고 있는 환자에서 기관지 내시경술을 시행하는 경우가 점점 늘어나고 있는 추세이다<sup>2</sup>. 그러나, 기계환기 중 호기말양압(positive end-expiratory pressure, PEEP)을 사용하는 환자에서 기관지내시경을 시행하는 동안 어떤 생리학적 변화가 있는가에 대한 자료는 아직까지 부족한 실정이며, 객관화되고 정립된 기관지내시경술 프로토콜이 제시되지 않고 있다.

기계환기 하에 기관지내시경술을 시행할 때, 지금까지의 제안은 PEEP을 일정수준 이하로 줄이거나 완전히 제거하는 것을 권고하고 있다<sup>1</sup>. 하지만 PEEP을 줄이거나 제거할 경우 심각한 저산소증이 유발될 수도 있으며, PEEP을 사용하여 모집(recruit)된 폐포 단위의 허탈(derecruitment)을 유발하여 기계환기-연관 폐손상의 위험성이 증가할 수도 있을 것이다<sup>3</sup>.

본 연구는 기계환기 중 기관지내시경술이 필요한 환자에서 기관지내시경술 중 PEEP을 기존의 수준으로 유지하는 일정한 기계환기 프로토콜을 적용하여 이에 의한 생리학적 변화를 관찰하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상환자의 특성

2002년 6월부터 2002년 11월까지 삼성서울병원 내과계 중환자실에서 기계환기를 시행하는 도중 임상적으로 기관지내시경술이 필요하다고 판단되었고 보호자의 동의를 얻어 기관지내시경술을 시행했던 환자 19명을 대상으로 후향적 조사를 시행하였다. 대상환자는 남자 10명, 여자 9명이었고, 연령은 중앙값 61.6 세(범위 21-86 세)였다. 대상 환자의 기저질환은 급성호흡곤란증후군(acute respiratory distress syndrome, ARDS) 5 예, 미만성 폐섬유화증(diffuse interstitial lung disease, DILD) 4 예, Wegener 육아종증 1 예, 백혈병에 병합된 폐렴 3 예, 현미경적 다발혈관염(microscopic polyangitis) 1 예, 만성 폐쇄성 폐질환에 병합된 폐렴 1 예, 림프종에 병합된 폐렴 2 예, 폐암 절제술 후 발생한 폐렴 1예, methicillin 내성 황색 포도알균 기관지기관지염(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* tracheobronchitis) 1 예 등이었다(Table 1). 19명의 대상환자 중 14명은 기관지내시경술을 시행하기 직전 기계환기기의 설정에서 PEEP을 10 cmH<sub>2</sub>O 이상으로 유지하고 있었다.

기관지내시경술을 통해 시행한 술기는 기관지폐포 세척술(bronchoalveolar lavage, BAL) 15 예, BAL 및 경기관지 폐생검(transbronchial lung biopsy) 2

**Table1.** Basic characteristics of patients

	age	sex	underlying condition	procedure	PF ratio	P <sub>a</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)	PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	Time (min)
Case1	48	F	leukemia	BAL	126.3	38.3	18	9
Case2	68	M	ARDS	BAL	160.3	48.7	10	3
Case3	61	M	ARDS	BAL	62.2	74.6	10	3
Case4	86	M	MPA	BAL	105.3	45.9	14	8
Case5	74	M	ARDS	BAL	342.2	63	14	10
Case6	71	M	DILD	BAL	119.5	71.5	12	6
Case7	63	F	WG	BAL	242.3	26.3	3	2
Case8	37	M	leukemia	BAL	279.6	56.6	10	15
Case9	76	F	ARDS	BAL,TBLB	131.7	33.9	10	7
Case10	55	F	DILD	BAL,TBLB	102.1	34	12	12
Case11	68	M	lymphoma	BAL	104.5	34.1	18	7
Case12	55	F	DILD	BAL	80.9	33.6	8	2
Case13	73	M	COPD	BAL	129.6	92.6	10	2
Case14	72	F	ARDS	BAL	198.3	55.8	14	10
Case15	68	M	leukemia	BAL	134.6	50.2	16	15
Case16	46	F	DILD	BAL	155.4	39.5	5	7
Case17	74	M	Lung cancer	washing	206.8	37.3	4	1
Case18	56	F	Trachitis	Bx	284.5	38.3	10	15
Case19	21	M	lymphoma	BAL	241.2	36.6	8	3

Definition of abbreviations: PF ratio=PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>; ARDS=acute respiratory distress syndrome; MPA=microscopic polyangitis; DILD=diffuse interstitial lung disease; WG=Wegener's granulomatosis; BAL=bronchoalveolar lavage; TBLB=transbronchial lung biopsy

예, 기관지 생검(bronchial biopsy) 1 예, 그리고 기관지세척(bronchial washing) 1 예 등이었다. 기관지내시경을 시행하여 폐포출혈(alveolar hemorrhage) 3 예, 폐포자충 폐렴(*Pneumocystis carinii* pneumonia) 1 예, 폐결핵 1 예, 폐쇄세기관지기질화 폐렴(bronchiolitis obliterans-organizing pneumonia) 1 예, 그리고 기관지늑막루 1 예 등을 확인하여, 7명(36.8%) 에서 진단적 정보를 얻을 수가 있었다. 기관지내시경을 시행할 때 적용한 PEEP은 중앙값 10 cmH<sub>2</sub>O(범위 3-18 cmH<sub>2</sub>O)였고, 기관지내시경술 소요시간은 중앙값 6분(범위 3-15분)이었다(Table 1).

## 2. 기관지내시경술 프로토콜

기관지내시경술을 시행하는 동안 기계환기는 표 2에 기술한 것과 같은 일정한 프로토콜을 사용하였

다 (Table2). 대상 환자 모두에서 시술 전 혈압의 측정과 혈액채취를 위해서 동맥혈관 도관을 시행하였고, 시술 전 15분 전부터 100% 산소로 전산소화(preoxygenation)를 시행하였다. 기관지내시경술 중 진정과 근육이완을 위해 vecuronium 0.1 mg/kg 및 midazolam 5 mg을 시술 시작 5분 전에 정주하였고, 필요에 따라 추가로 투약을 하였다.

기관내 튜브와 기계환기기 튜브 사이에 연결관(Swivel Adapter, Portex, USA)을 연결 후 이를 통해 기관지내시경(BF 1T240, BF 240, Olympus, Japan)을 삽입하였다. 기계환기기는 Servo 900C(SV900, Siemens, Sweden) 또는 Servo300(SV300, Siemens, Sweden)을 사용하였다. 기계환기 설정은 용적조절양식을 사용했으며, 일회환기량은 예측체중(predicted body weight) kg당 4-5 ml, 호흡수는 20회/분, 흡기비율 33%, 정지비율 0%, 그리고 PEEP은 시술이전과 동일하게 유지하였다<sup>4</sup>. 기계환

**Table 2.** Protocol during bronchoscopy in mechanically-ventilated patients

1. Arterial line for monitoring blood pressure and sampling
2. Pre-oxygenation for 15 minutes at  $\text{FiO}_2$  1.0
3. Sedation: Vecuronium 0.1 mg/kg IV, Midazolam 5 mg IV
4. Mechanical ventilation
  - (1) Volume controlled
  - (2) Tidal volume = 4-5 ml/kg
  - (3) RR = 20 /min
  - (4) Inspiration 33%, pause 0%
  - (5) PEEP : same as pre-bronchoscopy level
  - (6) Monitor expiratory tidal volume
    - Increase inspiratory tidal volume till target expiratory tidal volume met (peak pressure < 65 cmH<sub>2</sub>O)
5. Perform bronchoscopy
6. Post-oxygenation for 30 minutes
7. Return to baseline  $\text{FiO}_2$

Definition of abbreviations:  $\text{FiO}_2$ =fractional inspired oxygen concentration;

IV=intravenous; RR=respiration rate; PEEP=positive end-expiratory pressure

기 중 호기용적을 감시하여 호기용적이 예측체중당 4 ml 미만으로 감소하면 분당호흡량(minute volume)을 증가시켜, 최고기도압(peak pressure)이 65 cmH<sub>2</sub>O 미만이 유지되는 범위 내에서 조절하였다. 압력상해의 위험성을 최소화하기 위해서 최고기도압은 항상 65 cmH<sub>2</sub>O 미만으로 유지되도록 하였다. 기관지내시경술이 끝나면 기계환기 설정을 산소분압을 제외하고 시술이전의 설정으로 되돌렸으며 산소분압은 30분간의 후산소화(postoxygenation)를 마친 후 시술시행 이전과 동일하게 되돌렸다.

### 3. 기관지내시경술시 측정요소

모든 지표는 기관지내시경술 직전, 기관지내시경술 시작 1분 후, 기관지내시경술을 종료한 직후, 기관지내시경술 종료 30분 후, 그리고 120분 후에 측정하였다. 가스교환의 지표로 동맥혈가스검사기(CIBA Corning 288, CIBA Corning, USA)를 이용하여 동맥혈 가스검사를 시행하여 동맥혈 산소분압(arterial

oxygen pressure,  $\text{PaO}_2$ ), 동맥혈 이산화탄소 분압(arterial carbon dioxide pressure,  $\text{PaCO}_2$ ), 동맥혈의 수소이온농도지수(pH) 및 동맥혈 산소포화도(arterial oxygen saturation,  $\text{SaO}_2$ )를 측정하였고, 폐역학 지표로는 최고기도압, 흡기일회호흡량(inspiratory volume,  $V_{\text{insp}}$ ), 호기일회호흡량(expiratory volume,  $V_{\text{exp}}$ ) 등은 기계환기기 계기판을 이용하여 측정하였는데 다섯 번 환기의 평균치를 사용하였다. 혈액학적인 지표로는 동맥압과 심박수를 측정하였다. 자가호기말양압(auto-PEEP) 여부는 기관지내시경술 직전, 기관지내시경술 종료 직전, 그리고 기관지내시경술 종료 30분 후가 되는 시점에 각각 측정하였고, 기관지내시경을 마치기 직전에는 기관지내시경 말단부위를 기관분지점(carina) 직상부에 위치시킨 후 측정하였다. 측정방법은 호기말에 expiratory port를 폐쇄하여 기도압력을 측정함으로써 확인하였다. 또한 시술 도중이나 후에 발생하는 부정맥, 저혈압, 저산소증 등 합병증 여부를 확인하였으며 시술 2시간 후 흉부방사선 검사를 시행하여 압력상해 여부를 확인하였다.

#### 4. 통 계

통계분석은 Windows용 SPSS 프로그램(SPSS Release 9.0, SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA)을 이용하여 실시하였다. 기관지내시경 시작 전의 모든 변수를 시작 후 각 시점의 변수와 Wilcoxon signed ranks test로 비교하였다. 유의수준은 0.05로 하였다.

### 결 과

#### 1. 가스교환 지표

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (PF) 비는 기관지내시경 시행 전 중앙값이 134.6(범위 62.2-342.2)이었으며, 전 기간에 걸쳐서 유의한 변화를 보이지 않았다( $p>0.05$ ) (Fig. 1).

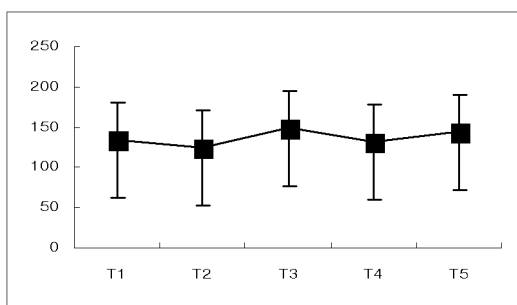
$\text{PaCO}_2$ 은 기관지내시경 시행 전 중앙값이 45.8

mmHg(범위 33.6-91.2 mmHg)에서 기관지내시경 시행 중에는 중앙값이 61.0 mmHg(범위 44.1-155.6 mmHg)로 유의한 증가를 보였으며( $p<0.05$ ), 기관지내시경술이 완료된 후에는 다시 감소하여 기관지내시경을 기도 내에서 제거 후 30분 시점에서는 기관지내시경 시행 전과 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ) (Fig.1). 동맥혈 pH는 기관지내시경을 시행하면서 통계적으로 유의한 감소를 보였고( $p<0.05$ ), 기관지내시경을 끝낸 후 2시간이 지난 시점에서 기관지내시경 시행 전과 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ) (Fig. 1).

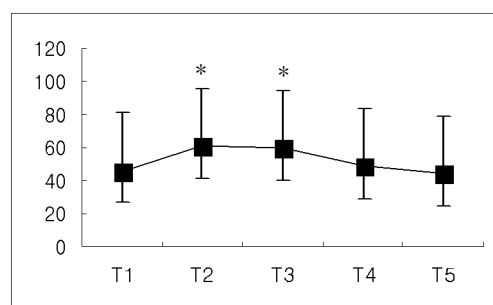
#### 2. 폐역학과 혈액학적인 지표

최고기도압은 기관지내시경술 시행 전에는 중앙값 27.0 cmH<sub>2</sub>O(범위 12.4-35.6 cmH<sub>2</sub>O)에서 기관지내시경술을 시행하는 중에는 중앙값 55.7 cmH<sub>2</sub>O(범

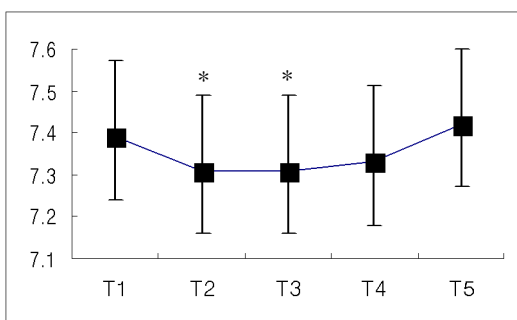
A. PF ratio



B.  $\text{PaCO}_2$  (mmHg)



C. Arterial pH



**Fig 1.** Physiologic parameters during bronchoscopy. **A.** Changes in the PF ratio over time. **B.** Changes in the  $\text{PaCO}_2$  over time. **C.** Changes in the arterial pH over time. Definition of abbreviations: T1=pre-bronchoscopy & pre-oxygenation; T2=during bronchoscopy; T3=after bronchoscopy; T4=after 30 minute; T5=after 2 hours. \* $p<0.05$  vs. T1

위 31.6-68.0 cmH<sub>2</sub>O)로 유의한 증가를 보였으며 ( $p<0.05$ ), 기관지내시경술을 끝낸 후 30분 이내에 시술 전 상태로 회복되었다. 대상환자 19명 중 13명에서 auto-PEEP을 측정하였었는데, 기관지내시경을 시행하는 동안에 측정한 auto-PEEP은 기관지내시경을 시행하기 전에 측정한 auto-PEEP에 비해 중앙값 6 cmH<sub>2</sub>O(범위 0-22 cmH<sub>2</sub>O)의 상승을 보였고( $p<0.05$ ), 기관지내시경을 끝낸 후에는 기관지내시경을 시행하기 전과 유의한 차이를 보이지 않았다.

심박수는 기관지내시경술을 시행 전 중앙값 113 회/분(범위 63-136회/분)이었고, 기관지내시경술을 시행 중에는 중앙값 119회/분(범위 72-142회/분)으로 유의한 증가를 보였고, 기관지내시경술을 끝낸 후 2시간이 되는 시점에는 다시 기존의 상태로 회복됨을 보였다. 평균 동맥압은 기관지내시경술과 관련하여 통계적 의미 있는 변화를 보이지 않았다.

### 3. 합병증

본 시술을 시행하는 동안에 저산소혈증, 동성 빈맥을 제외한 부정맥, 시술과 관련된 저혈압, 흉부 방사선 검사에 보이는 압력손상은 관찰되지 않았다.

## 고 찰

본 연구에서의 결과에 따르면, 기계환기를 하고 있는 환자에서 PEEP을 제거하지 않고 일정한 프로토콜에 따라 기관지내시경술을 시행 시, 의미 있는 저산소증이 발생하지 않았고, 동맥혈 이산화탄소의 농도가 증가되면서 동맥혈 pH가 감소하는 것을 보여 주었으며, 기도압력이 증가하고 공기잡이(air trapping)가 발생하며, 심박수가 증가하는 등의 생리적 변화를 보였으나 치명적인 합병증은 발생하지 않음을 관찰하였다. 본 연구에 이용된 프로토콜은 Meduri등이 제시한 기계환기시 기관지내시경술에 대

한 제안과 Joliet등이 제시한 프로토콜을 기초로 하여, PEEP을 줄이지 않은 상태에서 기관지내시경술을 시행하는 프로토콜을 사용하였다 (table 2)<sup>2,5</sup>.

굴곡성 기관지내시경이 1968년 Ikeda에 의해 처음으로 소개된 이후로 호흡기질환의 진단과 치료에서의 유용성이 증가되어왔다<sup>6</sup>. 최근에 들어서는 호흡기질환의 진료에 필수적인 경우가 많아서 기계환기를 하면서 시행해야 되는 경우가 점차 늘어나고 있다<sup>1</sup>. 이러한 경우는 주로 어려운 기관내 삽관의 용이를 위함, 폐허탈, 객혈, 폐렴 등의 진단적 목적으로 이용되고 있다<sup>1</sup>. 일부 보고에 의하면 중환자실에 있는 백혈구감소증 환자 중에 기관지내시경술을 통한 기관지세척액 검사를 시행했을 때 49%에서 진단적 정보를 얻을 수 있었다고 보고하면서 중환자실내에서 기관지내시경술의 중요성을 강조하였다<sup>7</sup>. Turner등은 중환자실내에서 기관지내시경술을 시행하는 것은 안전한 방법이며, 진단적 정보와 치료적 수단을 매우 유용하다고 하였다<sup>8</sup>.

일반적인 굴곡성 기관지내시경술의 주요합병증의 빈도와 치사율은 각각 0.08-0.3%와 0.01-0.02%라고 보고되고 있다<sup>9,10</sup>. 그러나, 중환자실에서의 기계환기중의 기관지내시경시술은 비교적 위험도가 높은 시술이라고 인식되고 있다. 기관지내시경술에 따른 위험은 악성 부정맥, 조절되기 힘든 심한 저산소증, 심한 출혈성 경향 등을 말하고 있다<sup>2</sup>. 그러나, Lindholm등이 기계환기 중의 기관지 내시경 시술의 합병증 및 위험도에 대한 보고한 경우에 의하면, 38명의 기계환기 환자에서 기관지내시경술을 시행한 경우를 전향적으로 조사하였는데, 시술과 연관된 심각한 합병증은 없었다고 보고 하였다<sup>11</sup>. 그러나, 가벼운 합병증으로 2명에서 심각하지 않은 부정맥이 발견되었다고 하였다. Turner등도 중환자실내에서 기관지내시경술을 시행하는 것은 비교적 안전한 방법이라고 말하고 있다<sup>8</sup>. 중환자실에서 기계환기 중의 기관지내시경 시술은 비교적 안전한 시술이라고 말한 것은 본 연구의 결과와도 잘 부

합된다. 또 다른 몇몇 보고에 의하면, 긴장성 기흉과 사망이 기계환기 중 기관지내시경시술의 합병증이 있었다고 하였다<sup>12-14</sup>. Trouillet 등에 의하면 기계환기 중 기관지내시경술을 시행할 때, 저산소증이 발생하였다고 보고를 하였다<sup>15</sup>. 또 다른 보고 중 Matsushima 등의 보고에 의하면 기관지내시경술을 시행할 때 기능적 잔기량(functional residual capacity)의 증가로 인해서 저산소증의 발생은 없었다고 하였다<sup>16</sup>. 본 연구에서 기능적 잔기량을 측정하지는 않았지만 Matsushima의 보고와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 다만, 후산소요법 후에 저산소증이 생길 수 있다는 Matsushima의 보고와는 다르게 시술을 끝낸 후 저산소증의 발생은 없었다. 본 연구의 결과로 봐서 기관지내시경술과 관련된 저산소증은 발생하지 않았다.

동맥혈의 이산화탄소분압이 증가되는 것을 볼 수가 있는데, 이는 기관지내시경 시술 시에 저환기가 발생함을 의미하고 이러한 저환기는 호기저항의 증가로 호기가 불충분한 것으로 사료된다. 이러한 것에 대한 폐모델 연구가 Lawson 등에 의해 보고가 있었다. Lawson 등에 의하면 기관지내시경술을 시행할 때, 최고기도압의 증가, 일회환기량의 감소가 있었고, 대부분의 경우에 auto-PEEP이 발생하였다. 이러한 auto-PEEP은 흡기뿐만 아니라 호기시 기도저항의 증가로 말미암아 volume trapping이 되어서 생긴 것으로 보고하고 있다<sup>17</sup>. 그러나, 이러한 동맥혈 이산화탄소 분압은 기관지내시경술을 끝낸 후 일정시간이 지난 후에 회복이 되는 가역적인 현상을 보였다. 이러한 결과로 보아서 고탄산혈증 및 호흡성 산증이 바람직하지 않은 방향으로 진행이 가능한 두부손상환자, 심장질환환자 등에서는 주의를 하여야 할 것으로 사료된다. 최고기도압의 증가 및 auto-PEEP의 발생도 시술 당시에만 관찰되고 시술을 끝낸 후에는 발생하지 않았다. 본 연구에 의하면 기관지내시경술과 관련하여 심각한 합병증의 발생은 없는 것으로 관찰되

었다. 다른 보고에 의하면 일부 예에서 심각한 합병증을 말하고 있지만 비교적 안전한 시술로 인정하고 있다<sup>8,11</sup>.

본 연구에서는 모든 예에서 PEEP을 기관지내시경술 시행 이전과 동일하게 유지한 상태에서 시행하였다. PEEP은 중앙값 10 cmH<sub>2</sub>O(범위 3-18 cmH<sub>2</sub>O)로 대부분의 환자에서 비교적 높은 수준의 PEEP을 적용한 상태에서 시술을 시행했다. 다른 보고에 의하면 흡기압력을 줄인다고 하더라도 PEEP효과는 압력손상을 줄 수가 있기 때문에 PEEP을 제거하고 기관지내시경술을 시행해야 한다고 말하였다<sup>18</sup>. 그래서 그 연구에서 권고하는 것은 기계환기 중 기관지내시경술을 시행할 때, PEEP을 제거하고, 될수록 내경이 큰 기관내 삽관을 하여야 하고, 흡입 산소농도를 100%로 하며, 흡입술(suction)은 짧은 시간만 하도록 하였다<sup>18</sup>. 그러나, 본 연구의 결과로 볼 때 PEEP을 줄이지 않더라도 심각한 합병증은 초래되지 않음이 관찰하였다. 또한 본 연구의 대상이 된 환자들이 대부분 심각한 저산소증으로 인해 기계환기를 적용 받고 있는 경우여서 PEEP을 제거한 경우에 저산소증으로 인한 시술이 불가능할 경우가 많았다. PEEP을 변화시키지 않은 일정한 프로토콜로 기계환기 중 기관지내시경술을 시행할 경우 심각한 합병증의 발생은 없었다. 다만, 호기저항의 증가로 인한 저환기가 발생을 하며, 호흡성 산증이 발생하였다. 이러한 현상은 가역적이어서 기관지내시경술을 끝내고 일정시간이 지난 후 회복이 되었다. 본 연구에 포함된 대부분의 환자들은 높은 압력의 PEEP을 유지하고 있던 환자였고, 이런 환자들에게서 PEEP을 제거할 경우에 산소화의 저하로 인한 위험성 때문에 기관지내시경술을 시행할 수 없는 경우가 많다. 이런 경우에 본 연구에서와 같이 PEEP을 유지한 상태에서 기관지내시경술을 시행하였을 때, 산소화의 유지, 허탈(derecruitment)의 방지 등의 효과가 있지만 한편으로는 공기잡이(air

trapping)의 증가로 과탄산혈증의 가속화가 있음을 관찰하였다. 이러한 노출을 줄이기 위해서는 필수로 시행시간을 단축하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 포착된 공기(trapped air)를 측정하지 못한 점이다. 폐용적을 측정하기 위해서는 호기를 길게 하면서 나오는 용적(volume)을 측정하든지, 전산화단층촬영을 이용하여야 하는데, 본 연구에서와 같은 중환자에서 적용하기가 힘들었다. 또한 기도압이 아니라 폐포압력을 기준으로 기계환기의 설정을 하는 것이 이론적으로는 옳지만 본 연구에서는 폐포압력을 따로 측정을 하지 못하고 기도압을 기준으로 기계환기의 설정을 하여서 제한점이 있었다. 그리고, 기관지내시경 시술 중 연결부위의 공기유출이 생기거나 흡입술 등의 술기가 폐역학 수치에 영향을 주었다고 사료되나 이러한 수치보정을 하지 못했다.

결론적으로 기계환기를 받고 있는 환자에서 기관지내시경을 시행하면 과탄산혈증, 호흡성 산증이 발생하고 공기잡이(air trapping)가 발생하는 등 여러 생리학적 변화를 관찰할 수 있으며, PEEP의 제거가 바람직하지 않은 임상상황에서도 이런 생리학적 변화를 감안하여 시행한다면 위험성을 최소화하면서 기관지내시경을 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

### 연구배경 :

최근 기계환기 중 기관지내시경술의 필요성이 증가하고 있으나, 시술 중 생리학적 변화나 안전성에 대한 연구가 부족한 상황이다. 이에 연구자들은 PEEP을 시술전과 동일하게 유지하면서 기관지내시경술을 시행하여 생리학적 변화 및 안전성에 대해 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

### 방 법 :

2002년 6월부터 2002년 11월까지 삼성서울병원 내

과제 중환자실에서 기계환기를 하면서 기관지내시경술을 시행했던 19명의 환자(남자 10명 여자 9명, 연령 중앙값 61.6세)를 대상으로 하였다. 기관지내시경술을 시행하기 전 100% 산소로 15분간 전산소요법을 시켰으며 기관지내시경 시술 중 기계환기는 용적조절양식으로, 일회환기량 4 ml/kg, 호흡수 20회/분, 흡기 대 호기비 1:2로 환기하였으며 PEEP은 시술전과 동일하게 유지하였다. 시행 후 30분간 100% 산소를 유지하였다.

### 결 과 :

기관지내시경술 시행시간의 중앙값은 6분(범위 3-15분)이었다. 기관지내시경술을 시행하면서 호흡성 산증과 저환기, 최고기도압의 상승, 심박수의 증가, auto-PEEP의 발생을 보였다. 이들 변화는 기관지내시경 시술 후에 시술 이전의 상태로 되었다. 압력손상 및 혈압 감소 등의 심각한 합병증은 관찰되지 않았다

### 결 론 :

심각한 저산소증으로 높은 PEEP을 유지하고 있는 환자에게서 PEEP을 유지한 채로 기관지내시경술을 시행하여도 심각한 합병증은 관찰되지 않았다. 다만, 기관지내시경을 시행하는 동안 호흡성 산증 및 저환기를 보였고, 비록 가역적이지만 이러한 상태에서 환자의 노출을 최소화하기 위해서는 기관지내시경 시행시간을 최소화하여야 한다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Raoof S, Mehrishi S, Prakash UB. Role of bronchoscopy in modern medical intensive care unit. Clin Chest Med 2001;22:241-61.
2. Jolliet P, Chevrolet JC. Bronchoscopy in intensive care unit. Intensive Care Med 1992; 18:160-9.
3. Suh GY, Koh Y, Chung MP, An CH, Kim H, Jang WY, et al. Repeated derecruitments



- accentuate lung injury during mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2002;30:1848–53.
4. Acute respiratory distress syndrome network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000;342:1301–8.
  5. Meduri GU, Chastre J. The standardization of bronchoscopic techniques for ventilator-associated pneumonia. *Chest* 1992;102:S557–64.
  6. Sackner MA. State of the art: Bronchoscopy. *Am Rev Respir Dis* 1975;111:62–88.
  7. Gruson D, Hilbert G, Valentino R, Vargas F, Chene G, Bebear C, et al. Utility of fiberoptic bronchoscopy in neutropenic patients admitted to the intensive care unit with pulmonary infiltrates. *Crit Care Med* 2000; 28:2224–30.
  8. Turner JS, Willcox PA, Hayhurst MD, Potgieter PD. Fiberoptic bronchoscopy in the intensive care unit—a prospective study of 147 procedures in 107 patients. *Crit Care Med* 1994;22:259–64.
  9. Credle WF, Smiddy JF, Elliott RC. Complications of fiberoptic bronchoscopy. *Am Rev Respir Dis* 1974;109:67–72.
  10. Suratt PM, Smiddy JF, Gruber B. Deaths and complications associated with fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1976;69:747–51.
  11. Lindholm CE, Ollman B, Snyder J, Millen E, Grenvik A. Flexible fiberoptic bronchoscopy in critical care medicine, diagnosis, therapy, and complications. *Crit Care Med* 1974;2:250–61.
  12. Dreisin RB, Albert RK, Talley PA, Kryger MH, Scoggin CH, Zwillich CW. Flexible fiberoptic bronchoscopy in the teaching hospital: yield and complications. *Chest* 1978;74: 144–9.
  13. Pereira W Jr, Kounat DM, Snider JV. A prospective cooperative study of complications following flexible fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1978;107:813–6.
  14. Humbert M, Robinson DS, Assoufi B. Safety of fiberoptic bronchoscopy in asthmatic and control subjects and effects on asthma control over two weeks. *Thorax* 1996;51:664–9.
  15. Trouillet JL, Guiguet M, Gibert C, Fagon JY, Dreyfuss D, Blanchet F, et al. Fiberoptic bronchoscopy in ventilated patients. Evaluation of cardiopulmonary risk under midazolam sedation. *Chest* 1990;97:927–33.
  16. Matsushima Y, Jones RL, King EG, Moysa G, Alton JD. Alterations in pulmonary mechanics and gas exchange during routine fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1984;86:184–8.
  17. Lawson BW, Peters JI, Shelledy DC. Effects of fiberoptic bronchoscopy during mechanical ventilation in a lung model. *Chest* 2000;118: 824–31.
  18. Lindholm CE, Ollman B, Snyder JV, Millen BS, Grenvik A. Cardiopulmonary effects of flexible bronchoscopy in critically ill patients. *Chest* 1978;74:362–8.