

# 부인과적 복강경수술 시 Propofol 또는 Enflurane 마취에 따른 사강률과 동맥혈 가스의 변화

연세대학교 의과대학 마취과학교실

이윤우 · 심규대 · 조정구 · 신양식

= Abstract =

## VD/VT and Arterial Blood Gas Changes during Gynecologic Laparoscopic Surgery under Enflurane or Propofol Anesthesia

Youn-Woo Lee, M.D., Kyu Dae Shim, M.D., Jung Goo Cho, M.D.  
and Yang-Sik Shin, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** Laparoscopic gynecologic surgery is a standard procedure today for its small skin incision and short hospital admission stay. However pneumoperitoneum (PP) and Trendelenberg position induce adverse effects in hemodynamics and pulmonary gas exchange. The purpose of this study is to evaluate the effects of propofol compared with enflurane for pulmonary gas exchange in the Trendelenberg position and pneumoperitoneum.

**Methods:** Twenty women were randomly allocated to either the enflurane (n = 10) or propofol (n = 10) with fentanyl-N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub> anesthesia. PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> were checked at pre-PP, 10 min after PP, 30 min after PP, and 10 min after CO<sub>2</sub> deflation. In addition the Vd/Vt ratio was calculated according to the Bohr equation. Vital sign and peak airway pressure were checked at each stage.

**Results:** PaCO<sub>2</sub> and P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> increased and PaO<sub>2</sub> decreased significantly during PP in both groups. Vd/Vt increased significantly in the enflurane group at 30 min after PP. Peak airway pressure increased significantly in both groups. Blood pressure and heart rate were not changed significantly. All of the parameters were not significantly different between groups.

**Conclusions:** Propofol compared with enflurane did not show any advantage in gas exchange during gynecologic laparoscopic surgery under Trendelenberg position and PP. (*Korean J Anesthesiol* 2000; 39: 679~685)

**Key Words:** Anesthetics: enflurane; propofol. Surgery: laparoscopic. Ventilation: gas exchange; Vd/Vt.

## 서 론

복강경 수술은 수술 후 이환율을 줄이고 입원기간

을 줄일 수 있는 수술법으로 최근에 널리 사용되고 있다. 그러나 수술적 조작을 용이하게 하기 위해 이산화탄소를 주입하여 기복(pneumoperitoneum)을 유발 시킴으로 인해 횡격막의 운동이 제한되고, 복압이 증가하여 기능적 잔기량을 감퇴시키고, 폐가스 교환 기능에 심각한 변화가 초래될 수 있다.<sup>1,2)</sup> 한편, 복강내 주입된 이산화탄소는 복막을 통한 흡수로 혈액내 이산화탄소의 압력이 증가하여 과탄산혈증이 유발되고 과탄산혈증은 고감신경계를 자극하여 맥박수와 혈압

논문접수일 : 2000년 6월 19일

책임저자 : 이윤우, 서울시 강남구 도곡동 146-92

영동세브란스병원 마취과, 우편번호: 135-270

Tel: 02-3497-3523, Fax: 02-3463-0940

E-mail: ywleepain@yumc.ac.kr

증가를 야기시킬 수 있다.<sup>3-5)</sup> 더욱이 하복부 수술 시 수술 시야를 좋게 만들기 위하여 Trendelenberg (T-) 체위를 취하는 경우에는 폐기능 변화를 더욱 악화시킬 수 있다.<sup>6)</sup> 복강경 수술 시 복압의 증가가 더 심한 T-체위는 폐 유순도(compliance)의 감소와 기능적잔기량(FRC) 감소로 인한 폐기능의 변화로 동맥혈 산소 분압 감소와 탄산가스 분압 증가가 심화되므로 마취 중 세심한 관찰이 요구된다.<sup>7,8)</sup>

한편 흡입마취제는 저산소성 폐혈관 수축(hypoxic pulmonary vasoconstriction, HPV)을 폐포내 농도에 비례하여 억제시킨다,<sup>9,10)</sup> 정맥마취제는 HPV 억제 정도가 흡입마취제 보다 적기 때문에 효과적으로 환기-관류가 일어나서 shunt의 양과 사강률(Vd/Vt ratio)이 감소하므로 보다 적절한 폐가스 교환이 일어나게 되어 동맥혈 산소 분압은 높게, 이산화탄소 분압은 낮게 유지시켜 준다는 보고가 있다.<sup>11,12)</sup> 그러나 이런 결과는 대부분 역 T-체위에서 시행한 결과이며 정맥마취제가 T-체위에서 폐가스 교환에 어떤 차이를 보이는지에 대한 연구는 드물다.

이에 저자들은 T-체위로 시행하는 복강경하 부인과 적 하복부 수술 시 enflurane 또는 propofol을 사용하여 PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>와 사강률의 변화가 두 가지 마취제 사이에 차이를 보이는지를 비교 관찰하고자 하였다.

**대상 및 방법**

본원의 임상시험 규정에 따라 임상시험위원회의 허락을 받았으며 수술 전 방문 시 임상연구에 대한 설명을 듣고 동의서에 서명을 한 환자로서 미국 마취과학회 신체상태 분류 1 혹은 2에 해당되는 성인 20명을 대상으로 하였다(Table 1). 무작위로 두 군으로 나누어 주 마취제로서 enflurane이나(Enf군), propofol (Prop군)을 선택하였다. 각 군 공히 동맥혈 가스 분석과 지속적 혈압 측정을 위해 마취 전 국소 마취하에 일측 요골 동맥에 도관 하였고, 표준전극 II 심전도, 맥박 산소포화 계측기(Datascope), capnometer (Datex, Finland)를 장착 하였다. Enf군의 마취 유도 시 fentanyl 1.5 µg/kg, thiopental sodium 5 mg/kg 및 pancuronium 0.1 mg/kg을 정주 후 3-4분간 O<sub>2</sub> 및 N<sub>2</sub>O (1 : 1)로 보조/조절 호흡하였으며 연이어 기관 내 삽관을 하였다. 그리고 호기말 enflurane이 1-1.5 MAC 농도가 되도록 흡입마취를 유지하였다. Prop군은 마취 유도 시 thio-

**Table 1. Clinical Characteristics of Patients**

	Anesthetics	
	Enflurane	Propofol
N	10	10
Age (yr)	34 ± 7	35 ± 10
Weight (kg)	49 ± 5	51 ± 4
Height (cm)	158 ± 5	160 ± 4
Hematocrit (%)	33 ± 3	32 ± 4
Du. (min)	80 ± 10	70 ± 9

Values are mean ± SD. N: number of patients, D<sub>1</sub>: operation duration.

pental sodium 대신 propofol 2 mg/kg을 정주하였으며 처음 10분간 propofol 10 mg/kg/hr, 다음 10분은 8 mg/kg/hr, 그 이후는 6 mg/kg/hr 속도의 지속적 정주로 마취유지 하였다. 나머지 과정은 Enf군과 같은 방법으로 기관 내 삽관 후 마취 유지하였다. 일회 환기량은 12 ml/kg, 분당 호흡수는 12회로 하여 분시 호흡량을 일정하게 하여 조절 호흡하였다. T-체위의 각도는 20°C로 고정하였다.

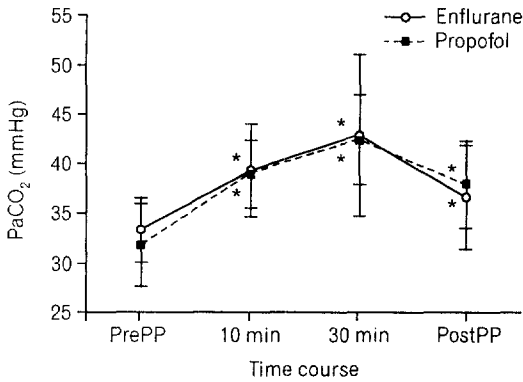
혈압, 맥박수, 기도 내 최대 흡기압, 호기말 탄산가스분압을 매 5분 간격으로 측정하고, 동맥혈 가스 분석은 복강내 이산화탄소 주입시키기 전, 주입 후 10분 및 30분, 그리고 이산화탄소 방출 후 10분에 시행하였다.

Bohr equation에 의하여 사강률 즉 Vd/Vt = (P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> - P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)/P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub>에 적용하여 사강률을 구하였다. P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub>는 PaCO<sub>2</sub>와 근사하므로 Vd/Vt = (PaCO<sub>2</sub> - P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)/PaCO<sub>2</sub>로 나타낼 수 있다.<sup>13)</sup> 따라서 Vd/Vt = (PaCO<sub>2</sub> - P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)/PaCO<sub>2</sub>를 산출하였다.

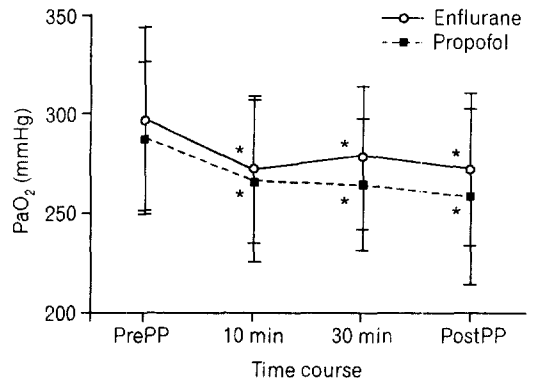
모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였고, 측정 결과에 대한 통계처리는 구간에는 unpaired t-test, 동일군 내에서의 시간대별 비교 모수는 ANOVA 후 다중 비교하였다. 모든 결과 비교는 P값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

**결 과**

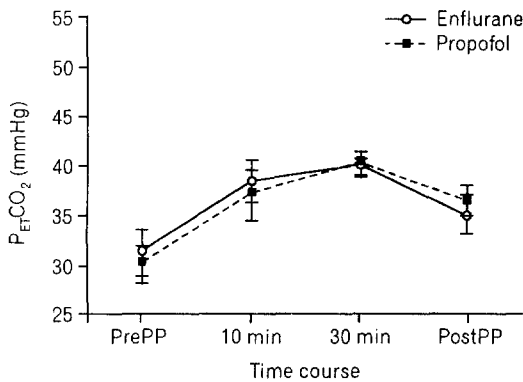
PaCO<sub>2</sub>는 양 군 모두 이산화탄소 주입 전에 비해, 이산화탄소 주입 후 10분과 30분 그리고 이산화탄소



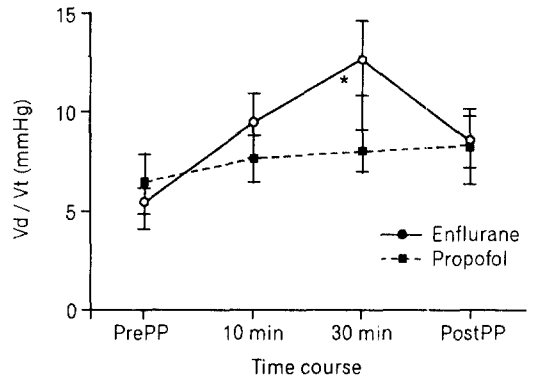
**Fig. 1.** Time course change of PaCO<sub>2</sub> in enflurane group (circles, solid line) and propofol group (squares, dashed line). Each line represents the mean and SD bars. Pre-PP: immediately before pneumoperitoneum (PP). 10/30 min: 10/30 min after PP. Post-PP; 10 min after deflation. \*: P < 0.05 vs pre-PP.



**Fig. 3.** Time course change of P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> in enflurane group (circles, solid lines) and propofol group (squares, dashed lines). Each line represents the mean and SD bars. Pre-PP: immediately before pneumoperitoneum (PP). 10/30 min: 10/30 min after PP. Post-PP: 10 min after deflation.



**Fig. 2.** Time course change of PaO<sub>2</sub> in enflurane group (circles, solid lines) and propofol group (squares, dashed lines). Each line represents the mean and SD bars. Pre-PP: immediately before pneumoperitoneum (PP). 10/30 min: 10/30 min after PP. Post-PP; 10 min after deflation. \*: P < 0.05 vs pre-PP.



**Fig. 4.** Time course change of Vd/Vt in enflurane group (circles, solid lines) and propofol group (squares, dashed lines). Each line represents the mean and SD bars. Pre-PP: immediately before pneumoperitoneum (PP). 10/30 min: 10/30 min after PP. Post-PP: 10 min after deflation. \*: P < 0.05 vs pre-PP.

방출 후 10분에 각각 통계적으로 유의 있는 증가를 보였으나, 양 군간에는 통계적으로 유의 있는 차이가 없었다(Fig. 1).

PaO<sub>2</sub>는 양 군 모두 이산화탄소 주입 전에 비해 이산화탄소 주입 후 10분 및 30분 그리고 이산화탄소 방출 후 10분에 각각 통계적으로 유의 있는 감소를 보였으나, 양 군간에는 통계적으로 유의 있는 차이가 없었다(Fig. 2).

P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>는 양 군 모두 이산화탄소 주입 전에 비해, 이산화탄소 주입 후 10분과 30분에 각각 증가를 보였으나 통계적으로 의의가 없었다. 양 군간 비교에서도 통계적으로 유의 있는 차이가 없었다(Fig. 3).

사강률(Vd/Vt)은 Enf군에서 이산화탄소 주입 전에 비해, 이산화탄소 주입 후 30분에 통계적으로 유의 있는 증가를 보였다(P = 0.016). Prop군에서는 이산화탄소 주입 후 사강률의 증가가 Enf군보다 적었

Table 2. Variables of Peak Inspiratory Airway Pressure (PIP) and Hemodynamics

	PIP (cmH <sub>2</sub> O)	HR (beat/min)	Blood pressures (mmHg)	
			Systolic	Diastolic
Pre-PP				
Enf	17.3 ± 2.2	90 ± 12	113 ± 17	69 ± 14
Prop	16.5 ± 2.2	89 ± 4	123 ± 12	77 ± 10
10 min PP				
Enf	21.4 ± 2.9*	89 ± 9	129 ± 21	76 ± 9
Prop	21.9 ± 4.6*	84 ± 8	136 ± 16	83 ± 8
30 min PP				
Enf	21.3 ± 2.5*	91 ± 11	120 ± 17	73 ± 8
Prop	22.8 ± 5.7*	83 ± 9	127 ± 19	76 ± 9
Post-PP				
Enf	17.7 ± 2.2	82 ± 4	118 ± 18	68 ± 10
Prop	17.6 ± 2.5	79 ± 10	126 ± 4	76 ± 2

Values are mean ± SD. PIP: peak inspiratory pressure, HR: heart rate, Pre-PP: immediately before pneumoperitoneum, 10 and 30 min PP: 10 and 30 min after pneumoperitoneum, Post-PP: 10 min after deflation of pneumoperitoneum, Enf: Enflurane group. Prop: Propofol group. \*: P < 0.01 vs Pre-PP.

나 양 군간 통계학적으로 유의 있는 차이를 보이지 않았다(Fig. 4).

각 시간대별 최고 기도압의 변화는 양 군 모두 이산화탄소 주입 후에 이산화탄소 주입 전보다 통계학적으로 유의 있게 증가하였다(P < 0.01). 양 군간 통계학적으로 유의 있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

각 시간대별 수축기 혈압, 이완기 혈압의 변화는 양 군 모두 이산화탄소 주입 후 증가하는 경향을 보였으나 통계학적으로 유의 있는 차이는 없었으며, 심박수는 변화가 없었다. 양 군간 혈압 및 심박수 비교는 통계학적으로 유의 있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

## 고 찰

본 연구에서 T-체위하 복강경 수술 시에는 전신마취제로서 enflurane 혹은 propofol에 상관없이 복강내 이산화탄소 주입 후 PaCO<sub>2</sub>의 증가와 PaO<sub>2</sub> 감소가 두드러지게 나타났다. 이는 이산화탄소가 복막을 통하여 혈액 내로 흡수되었기 때문이며 마취제의 종류에 관계없이 폐 유순도의 감소 및 FRC 감소 등으로 폐 환기가 부적절하였음을 시사하였다. 그러나 고탄산가스혈증 또는 저산소증이 임상적으로 심각한 예

는 없었다.

El-Minawi 등은<sup>14)</sup> 전신 마취하의 복강경수술 시 N<sub>2</sub>O 가스를 주입한 군과 이산화탄소를 주입한 군을 비교한 결과, N<sub>2</sub>O 가스를 주입한 군에서 pH, PaCO<sub>2</sub> 및 PaO<sub>2</sub>는 유의 있는 감소를 보인 반면 이산화탄소 주입 군에서 PaCO<sub>2</sub> 증가 및 PaO<sub>2</sub> 감소가 일어나는 것으로 보아 이는 이산화탄소의 확산에 의한 증가 때문인 것으로 언급하였다. 복막을 통해 이산화탄소가 흡수됨에 따라 고감신경계가 흥분하게 되어 카테콜라민 및 vasopressin 증가로 심박수 및 전신혈관 저항 증가에 의한 혈압 증가가 일어난다는 보고가<sup>4, 15)</sup> 있으며 조상윤 등은<sup>16)</sup> 혈압 증가는 있었으나 심박수의 변화는 없었다고 보고하였다. 본 연구에서는 이산화탄소 주입 후 PaCO<sub>2</sub>가 증가하였음에도 혈압과 맥박수의 증가는 두드러지지 않았다.

정성원 등은<sup>5)</sup> 복강경하 전자궁 적출술 시 심박출량이 감소하였으나 전신혈관 저항이 두드러지게 증가하여 평균동맥압이 상승한다고 하였다. 혈액학적 변화는 환자의 체액량, 체위, 기복에 의한 정맥환류량의 변화와 마취 약제 또는 심도에 따라 복합적으로 작용한다. 따라서 본 연구의 결과는 혈액학적 매개 변수를 혈압과 맥박수만을 측정하였으므로 정확

한 원인을 알 수 없으나 이산화탄소 주입 후 PaCO<sub>2</sub> 증가가 임상적으로 의의 있게 증가하지 않는 정도로 분식 호흡량을 마취중 유지하였으며 혈압 또는 심박수의 증가 시 enflurane 흡입농도 증가 또는 fentanyl 정주로 마취 심도를 깊이 조절한 때문에 혈압 또는 심박수의 증가가 없었던 것으로 생각된다.

복강경하 담낭절제술시 propofol과 isoflurane이 각각 폐-가스교환에 미치는 영향을 조사한 논문들은 모두 propofol과 isoflurane에서 모두 시간이 경과함에 따라 PaCO<sub>2</sub>는 증가하고 PaO<sub>2</sub>는 감소하나 그 정도가 마취약제별 차이를 보인다고 하였다.<sup>12,17)</sup> 또한 propofol 마취 시 isoflurane 마취보다 PaCO<sub>2</sub>의 증가도 적었고 PaO<sub>2</sub>의 감소도 적은 이유를 생리적 사강률에 미치는 영향이 다르기 때문이라고 했다. 본 연구에서 PaCO<sub>2</sub> 및 사강률은 propofol 마취군에서 그 증가 정도가 enflurane 마취군보다 의의있게 적었으나 각각 43 mmHg 미만과 14% 미만으로 임상적 의의가 없는 증가였으며, PaO<sub>2</sub>는 감소하였으나 260 mmHg 이상으로 저산소증을 보이지 않음으로써 propofol이 enflurane보다 폐-가스교환에 더 좋은 영향을 미쳤다는 증거는 찾을 수 없었다.

전신마취와 복압의 증가는 기능적 잔기량을 감소시켜 폐포 주위의 직경이 작은 기도 폐쇄와 폐포 허탈을 유발시킨다.<sup>18,19)</sup> HPV는 저산소증이 유발된 국소 부위에서 환기/관류 비율을 향상시키는 정상 생리적 반응이다. Isoflurane과 propofol을 사용한 HPV에 대한 비교 연구에서<sup>12,17)</sup> 이산화탄소를 복강으로 주입시킨 경우 증가된 PaCO<sub>2</sub> 때문에 폐혈관 수축이 일어나 저산소증이 유발되며, 이때 isoflurane은 HPV를 억제시켜서 shunt의 양이 HPV를 억제시키지 않은 propofol 마취 때 보다 많아 환기/관류 비율을 감소시켜 저산소증이 개선되지 않았다고 설명하고 있다. 본 연구에서 propofol을 사용하면 enflurane에 비해 HPV 억제가 적으므로 shunt의 양도 감소하여 enflurane에 비해 산소 분압은 높게 탄산가스 분압은 낮게 유지될 것이라는 가정에 반하여 각 약제의 특성이 폐 가스 교환에 별 영향을 미치지 않았다는 것은 다른 요인들에 의한 영향이 더 크게 작용했음을 의미한다고 생각한다. 단 사강률의 증가가 propofol 사용 군에서 의의 있게 적었으나 임상적으로 차이를 보이지 않아 폐허탈의 정도가 적었으며 증가된 PaCO<sub>2</sub> 때문에 발생하는 폐혈관 수축에 의한 HPV의

정도 역시 적었을 것이라고 생각된다.

복강경을 이용한 담낭 절제술 연구 결과와 본 연구와의 제일 큰 차이점은 체위에 의한 요소이다. 즉 T-체위에 의한 복압 증가와 기복에 의한 횡격막 압박이 폐-가스교환에 있어서 enflurane과 propofol의 약제에 의한 차이보다 더 크게 작용하였다는 것이다. 폐 혈류는 중력에 의해 영향을 받는다. 그리고 폐포 모세혈관 벽은 단단한 막이 아니기 때문에 주변의 조직에 의해 저항을 받는다. 담낭 절제술과 같이 역 T-체위인 경우는 이산화탄소가 들어가더라도 T-체위보다는 횡격막을 통한 폐조직의 압박 증가가 덜하다. 이와 같은 복압의 증가와 체위에 따른 폐조직 압박이 폐허탈의 주요 원인이 되며 propofol 사용 시 얻을 수 있는 폐-가스교환에서의 장점보다 월등히 크게 작용하였기 때문이라고 생각된다.

체위변동에 따라 혈액학적 변화도 달라지는데, T-체위인 경우 중심정맥압, 폐모세혈관 췌기압이 증가한다.<sup>20)</sup> 즉 폐혈류가 증가하여 shunt가 증가된다고 할 수 있다. 이때 T-체위에 따른 폐압박과 전신 마취에 의한 페탄성의 감소 및 횡격막의 운동 제한, 폐조직 및 흉벽의 저항 증가는 폐포 허탈의 주요 원인이 된다. 따라서 사강률의 증가 및 shunt 증가에 의한 환기/관류 비율 감소로 폐가스 교환의 부적합한 환경이 조성되기 쉽다.

Brismar 등은<sup>21)</sup> 양와위에서 흡입마취제 사용에 의한 전신마취 중 폐허탈이 체중이 하중되는 부위에 발생하며 가스 흡수에 의한 것이 아니라 폐조직의 압박이 주원인이며 10 cmH<sub>2</sub>O의 호기말 양압으로 감소시킬 수 있다고 하였다. 반면 동일 저자들은 양와위에서 enflurane-N<sub>2</sub>O 흡입 시 shunt는 6.3% 증가하는 것을 입증하였고 폐허탈이 환기가 불충분한 폐포내에서 마취 가스 흡수에 의한 결과라는 주장을 발표하여 N<sub>2</sub>O 사용 시 폐허탈을 악화시킨다고 하였다.<sup>22)</sup> 이는 T-체위에서 더욱 두드러질 것이다.

김지웅 등은<sup>7)</sup> 역T-체위와 T-체위 하에서의 이산화탄소 주입후의 기도 내압과 폐 유순도에 차이에 대해 발표하였다. T-체위인 경우 역 T-체위 때 보다 최대기도압, 고평압(plateau pressure)이 증가하였고, 폐 유순도는 감소함을 보였는데 이와 같은 차이가 난 것은 T-체위인 경우 중력에 의한 영향으로 폐활량의 감소, FRC의 감소, 페탄성이 감소하였기 때문이고, 이로 인하여 무기폐, 환기-관류 불균형이 초래되어

저산소혈증이 생길 수 있다고 하였다.<sup>16,19)</sup>

본 연구에서도 최대기도압이 증가함에 따라 폐유순도가 감소함을 보였다. 복강내 가스 주입 후 평균 총 탄성(mean total compliance)의 감소를 보이는 데에 따라 FRC의 감소가 일어나나 식도압의 증가가 없는 것으로 보아 폐의 recoil 변화는 일어나지 않는다는 보고가 있다.<sup>8,23)</sup> 이것은 폐유순도의 감소가 폐포자체의 탄성 저하에 의한 것이 아니라 복강내 가스주입에 의한 흉부탄성의 감소와 FRC의 감소에 의한 것임을 나타낸다.

이상과 같은 고찰에서 볼 때 이산화탄소 주입하의 부인과적 복강경 수술 시 propofol이 enflurane보다 폐가스 교환에 더 좋은 영향을 미칠 수 있다는 장점을 이용해볼 수도 있지만 이런 약제에 의한 차이보다는 체위의 변화가 보다 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며 분시 호흡량을 144 ml/kg로 유지하였을 때 임상적으로 의미 있는 저산소증이나 과탄산가스 혈증은 없었다. 따라서 T-체위하의 복강경 수술 시 폐가스 교환의 어려움을 극복하기 위하여서는 마취제 종류 선택에 유의하기에 앞서 적정 체위 조절 및 환기량 조절 등으로 PaCO<sub>2</sub> 증가 억제와 폐허탈의 감소를 얻을 수 있는 수기에 더욱 유의하여야 될 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- Saleh JW: Laparoscopy. Philadelphia, WB Saunders Company. 1988, pp253-71.
- Johansen G, Anderson M, Juhl B: The effect of general anaesthesia on the haemodynamic events during laparoscopy with CO<sub>2</sub>-insufflation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1989; 33: 132-6.
- 이재철, 이상록, 고활영, 이인배, 정창우, 김홍렬: 복강경 하 담낭절제술시 환기 및 심혈관계 변화. *대한마취과학회지* 1996; 30: 437-42.
- 김순임, 김선중, 채원석, 이성식: 복강경 담낭절제술시 기복이 혈장 Catecholamines와 Vasopressin에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1999; 37: 619-23.
- 정성원, 도현우, 김애라, 전재규: 복강경하 전자궁적출술 시 전신마취(Propofol/N<sub>2</sub>O, Enflurane/N<sub>2</sub>O)에 따른 혈액학적 변화. *대한마취과학회지* 1999; 36: 828-33.
- Wilcox S, Vandam LD: Alas, poor Trendelenburg and his position! A critique of its uses and effectiveness. *Anesth Analg* 1988; 67: 574-8.
- 김지웅, 남용택, 채용호: 복강경 및 골반경 수술 시 환자 체위와 이산화탄소 주입이 정상인의 기도내압과 유순도에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1999; 36: 802-7.
- 이경숙, 김세연, 김홍대: 이산화탄소를 이용한 전신마취하의 복강경 수술이 동맥혈 CO<sub>2</sub> 가스치 및 폐환기량의 변화에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1992; 25: 935-40.
- Benumof JL: One-lung ventilation and hypoxic pulmonary vasoconstriction: Implications for anesthetic management. *Anesth Analg* 1985; 64: 821-33.
- Eisenkraft JB: Effects of anesthetics on the pulmonary circulation. *Br J Anaesth* 1990; 65: 63-78.
- Kellow NH, Scott AD, White SA, Feneck RO: Comparison of the effects of propofol and isoflurane anaesthesia on right ventricular function and shunt fraction during thoracic surgery. *Br J Anaesth* 1995; 75: 578-82.
- Gehring H, Kuhmann K, Klotz KF: Effects of propofol vs isoflurane on respiratory gas exchange during laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 189-94.
- Morgan GE, Mikhail MS: *Clinical Anesthesiology*. 2nd Ed. Stamford, Appleton & Lange. 1996, pp 422-3.
- El-Minawi MF, Wahbi O, El-Bagouri IS, Sharawi M, El-Mallah SY: Physiologic changes during CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O pneumoperitoneum in diagnostic laparoscopy. A comparative study. *J Reprod Med* 1981; 26: 338-46.
- Walder AD, Aitkenhead AR: Role of vasopressin in the haemodynamic response to laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1997; 78: 264-6.
- 조상운, 한정옥, 염종훈, 신우중, 김용철, 이동호 등: 복강경 담낭절제술 시 증가된 복부압에 의한 호흡기계의 변화. *대한마취과학회지* 1999; 37: 13-8.
- 강화자, 박정옥, 김진식, 김동욱, 최영규, 신옥영 등: 복강경 담낭절제술 시 Propofol 및 Isoflurane 마취가 호흡가스 변화에 미치는 영향 비교. *대한마취과학회지* 2000; 38: 1-7.
- 김운영, 임혜자, 윤석민, 박영철: 골반경 보조 질식 자궁절제술 시 심혈관계 및 동맥혈 CO<sub>2</sub> 가스치 및 폐환기량의 변화에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1992; 25: 935-40.
- Lister DR, Rudston-Brown B, Warriner B, McEwen J, Chan M, Walley KR: Carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology* 1994; 80: 129-36.
- 선종진, 위금량, 박찬진, 정성수: 체위변동에 따른 혈액학변화에 관하여. *대한마취과학회지* 1990; 23: 401-6.
- Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, Strandberg A, Svensson L, Tokics L: Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation—a proposal of atelectasis. *Anesthesiology* 1985; 62: 422-8.

22. Gunnarsson L, Stranderberg A, Brismar B, Tokics L, Lundquist H, Hedenstierna G: Atelectasis and gas exchange impairment during enflurane/nitrous oxide anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1989; 33: 629-37.
  23. Roussos CS, Fukuchi Y, Macklem PT, Engel LA: Influence of diaphragmatic contraction on ventilation distribution in horizontal man. *J Appl Physiol* 1976; 40: 417-24.
-