

복강경하 전자궁적출술시 전신마취 (Propofol/N₂O, Enflurane/N₂O)에 따른 혈역학적 변화

계명대학교 의과대학 마취과학교실

정성원 · 도현우 · 김애라 · 전재규

= Abstract =

The Effect of General Anesthesia on Hemodynamics during Laparoscopic Hysterectomy

Sung Won Chung, M.D., Hyun Woo Do, M.D., Ae Ra Kim, M.D.
and Jae Kyu Cheun, M.D.

Department of Anesthesiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

Background: Laparoscopy with peritoneal carbon dioxide insufflation is a standard procedure in many gynecological departments. And more prolonged gynecological laparoscopic operations are being performed in recent years, and a steeper head-down position is required. Despite laparoscopic operations have many advantages, peritoneal insufflation of CO₂ to create the pneumoperitoneum necessary for laparoscopy induces intraoperative hemodynamic changes that complicate anesthetic management of laparoscopy. The purpose of this study is to evaluate the effect of general anesthesia on hemodynamics during laparoscopic hysterectomy.

Methods: Twenty six women undergoing laparoscopic hysterectomy were randomly allocated to either a propofol (Group 1, n=13) intravenous anesthesia or a enflurane (Group 2, n=13) anesthesia with fentanyl-N₂O/O₂-vecuronium.

Hemodynamic parameters were measured before induction (T1), 5 min after induction (T2), 5 min after head-down (T3), 5, 10, 15, 20 min after pneumoperitoneum (T4, T5, T6, T7), 5, 10 min after deflation (T8, T9). The MAP, HR, CI, SVRI, SI were measured by transthoracic electrical bioimpedance method and automated blood pressure device.

Results: The mean arterial pressure were increased during pneumoperitoneum in both groups and heart rate were increased in Group 2. The cardiac index were decreased in both groups after induction by 27.4 % in Group 1 and 25.7% in Group 2.

The systemic vascular resistance index were increased in both groups from head-down to after deflation by 68.3% in Group 1, 73.1% in Group 2 maximally. No significant changes of stroke index were observed during surgery in Group 1.

Conclusions: Laparoscopy with CO₂ insufflation induces significant hemodynamic changes includig increases of MAP, SVR and a reduction of CI. And usual intraoperative hemodynamic monitoring; the blood pressure and heart rate give no information on the reduction in cardiac output. (Korean J Anesthesiol 1999; 36: 828~833)

Key Words: Anesthetics: propofol; enflurane. Heart:hemodynamics. Surgery: laparoscopy; obstetric.

논문접수일 : 1999년 1월 4일

책임저자 : 정성원, 대구시 중구 동산동 194번지, 계명대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 700-712

Tel: 053-250-7240, Fax: 053-250-7240

서 론

최근의 발달된 광학적, 기계적 발달은 내시경을 이용한 수술적 조작의 범위를 여러 의료분야로 확대하는 계기가 되고 있으며 복강경을 이용한 담낭절제술을 비롯하여 부인과 영역에서도 기존의 진단적 혹은 간단한 수술적 조작을 위해 복강경을 이용한 수술을 많이 시행하고 있다. 최근에는 이러한 복강경을 이용한 수술의 범위도 점차 확대되어 전자궁 적출술을 시행하는 경우에도 많이 이용되고 있다.¹⁾ 그러나 복강경을 이용한 수술은 복강내로 이산화탄소 주입에 의한 복압상승의 효과와 수술체위 및 마취약제의 효과 등 수술전기간에 걸쳐 혈역학적으로 불안정하게 하는 요인들을 가지고 있어 복강경 수술시 급격한 동맥압 감소, 속, 심정지와 같은 심혈관계 혼란 소견이 드물지만 생길수 있음이 보고되고 있다.^{2,3)} 복강경하 전자궁 적출술시 야기되는 심혈관계 불안정성의 요인은 복압 상승에 의한 것과 체위변화 및 전신마취 등의 영향이다. 역 Trendelenburg 자세를 취하는 복강경하 담낭절제술시 혈역학적 변화에 관한 보고가 다수 있으나^{4,5)} 복강경하 전자궁적출술은 전자와는 반대의 체위에서 수술이 시행되므로 혈역학적인 변화가 달리 나타나리라 예상된다. 저자들은 복강경하 전자궁적출술시 수술전기간 동안 발생되는 혈역학적 변화를 전신마취 방법에 따라, 즉 최근 많이 이용되는 propofol과 흡입마취제인 enflurane을 사용하여 혈역학적 변화를 비교하였다.

대상 및 방법

복강경하 전자궁적출술을 받는 환자중 신체상태가 미국마취과학회 분류상 1, 2급에 해당하는 26명을 무작위로 선택하여 각각 13명씩 나누어 두 군으로 분류하였다. 마취전 투약으로 glycopyrrolate 0.2 mg과 midazolam 0.05 mg/kg를 수술 1시간전에 근주하고 환자가 수술실에 도착하면 정맥로를 확보한 후 심전도와 자동혈압계 및 맥박산소포화도 측정기(M1205, Hewlett Packard, Germany)를 부착하고 환자의 동의 하에 transthoracic electrical bioimpedance (TEB)를 이용한 혈역학적 수치 측정을 위한 전극을 부착하였다. 전신마취를 시행함에 있어 제 1군은 마취유도시

propofol 정주에 따른 통증을 제거하기 위해 먼저 lidocaine 0.5 mg/kg을 정주하고 fentanyl 1.5 mcg/kg와 propofol 2 mg/kg을 정주한 후 기관내삽관을 위해 vecuronium 0.1 mg/kg를 투여하고 마취유지는 N₂O : O₂=3 L/min : 2 L/min와 propofol 6~10 mg/kg/hr을 syringe pump (Terufusion STC-523, Terumo, Japan)로 지속적 점적 투여하면서 기계적 양압호흡을 시행하였다. 마취유자는 수축기 혈압이 마취유도 직전 수치의 25% 범위내에서 유지되도록 propofol 투여속도를 조절하였다. 제 2군은 마취유도시 thiopental 5 mg/kg를 투여하고 마취유자는 propofol 대신 enflurane 1.0~2.0 vol%로 유지하되 나머지 조건은 제 1군과 동일한 방법으로 하였다. 수술중 환자의 체위는 15° 두부하강체위를 유지하였으며 복강내압은 10~12 mmHg로 유지하였다.

혈역학적 수치측정은 수술 전기간을 인위적으로 구분하여 마취유도 직전(T1), 유도후 5분(T2), 두부하강 체위후 5분(T3), 기복 조장후 5분(T4), 10분(T5), 15분(T6), 20분(T7) 및 이산화탄소 제거후 5분(T8), 10분(T9)으로 총 9개의 시점에서 각각의 혈역학적수치를 transthoracic electrical bioimpedance (Bio-Z, Cardiodynamics, USA)법을 이용하여 측정하였다. 각각의 시점에서 측정한 혈역학적 수치란 심박동수, 평균동맥압, 심박출 지수, 일회 박출지수 및 전신혈관저항지수 등이다.

본 연구의 모든 혈역학적 측정치는 평균±표준편차로 표기하였고 통계학적 검정은 SPSS 8.0의 GLM repeated measures analysis를 이용하여 각 군 내에서의 비교는 마취유도전의 혈역학적 수치에 대한 나머지 시점들과 두부하강 체위를 취한 5분 후의 혈역학적 수치에 대한 그 이후 나머지 시점을 비교하여 p 값이 0.05 이하일 때 의의가 있음을 인정하였고 두

Table 1. Patients' Characteristics

	Group 1 (n=13)	Group 2 (n=13)
Age (yr)	37.4 ± 5.7	39.4 ± 5.6
Height (cm)	158.3 ± 4.7	157.2 ± 3.8
Weight (kg)	56.7 ± 8.7	54.6 ± 4.7
BSA (m ²)	1.57 ± 0.12	1.56 ± 0.11

Values are mean±SD. BSA; body surface area.

Table 2. Hemodynamic Data during Laparoscopic Hysterectomy

Hemodynamic Group parameter	T1	Pneumoperitoneum						Deflation	
		T2	T3	T4	T5	T6	T7		
HR (beats/min)	P E	78.7±15.3 83.1±16.7	74.9±14.3 79.6±7.5	69.1±9.3* 74.1±6.3	68.6±9.4* 81.4±8.8†	68.1±7.3* 80.2±9.3†	70.7±7.8† 81.8±7.5†	71.1±8.4† 82.7±9.9†	74.2±13.0 82.3±11.6
MAP (mmHg)	P E	89.1±12.4 88.9±7.1	75.9±14.2* 80.2±10.5*	85.7±15.5 77.8±7.7*	101.7±13.3* 103.9±8.8*†	107.5±15.1* 107.7±15.4*†	100.9±14.7* 104.4±17.1*†	97.1±12.9† 99.4±12.7†	93.5±13.7† 98.8±14.8†
SVRI (dyne·sec ⁻³ ·cm ⁻⁵ ·m ⁻²)	P E	2054±440 2025±414	2193±394 2174±393	2631±377* 2484±616	3462±743* 3514±781*†	2986±639* 3116±876*†	2749±585* 3240±1180*†	2728±585* 3193±1141*†	2555±512* 3139±939*†
C I (L/min/m ²)	P E	3.28±0.38 3.34±0.78	2.76±0.26* 2.87±0.44*	2.59±0.45* 2.59±0.52*	2.37±0.46* 2.48±0.69*	2.65±0.41* 2.76±0.81	2.69±0.49* 2.70±0.80*	2.77±0.24* 2.55±0.58*	2.78±0.52* 2.66±0.59*
SI (ml/beat/m ²)	P E	42.7±8.7 41.4±8.2	39.2±6.9 33.2±5.9*	37.2±4.1 33.9±6.1	36.6±9.3 30.5±9.3*†	39.5±7.0 34.1±8.1	37.7±7.3 32.9±7.3*	38.9±5.6* 32.7±6.8*	38.7±8.7 32.1±6.1*

Values are mean±SD. T1; before induction, T2; 5 min after head-down, T3; 5 min after pneumoperitoneum, T4; 5 min after deflation, P; group 1 with propofol, E; group 2 with enflurane, HR; heart rate, MAP; mean arterial pressure, SVRI; systemic vascular resistance index, CI; cardiac index, SI; stroke index. *, p<0.05 compared with T1, †; p<0.05 compared with T3, ; p<0.05 compared with in-between groups.

군간의 비교는 unpaired t-test로 검정을 하였다.

결 과

연구대상 환자들의 나이, 체중 및 체표면적은 두 군간에 차이가 없었다(Table 1). 혈역학적 측정치들의 각 군내에서 시간에 따른 비교시 심박동수는 제 1군(propofol 사용군)에서 두부하강체위 5분 후부터 기복조장 10분 후(T3-T5)까지 마취유도 전보다 감소되었으며 제 2군(enflurane 사용군)에서는 마취유도 전(T1)과 차이가 없었다. 그러나 제 2군에서 두부하강체위 5분후(T3)의 심박동수에 비해 그 이후 나머지 시점에서 증가되는 소견을 보였으며 평균동맥압은 기복(pneumoperitoneum)이 시행된 상태(T4, T5, T6, T7)에서 마취유도전이나 기복 직전인 T3시점보다 의의있는 증가를 보였다. 심박출지수는 마취유도전에 비해 나머지 시점에서 의의있는 감소를 보였다. 평균동맥압은 T5시점의 제 1군과 제 2군에서 각각 20.7%와 21.1%로 가장 많은 증가를 보였으며 심박출지수는 T4시점에서 각각 27.4%와 25.7%로 가장 많은 감소를 보였다. 전신혈관저항은 양군 모두에서 두부하강체위를 취한 후부터 증가되어 기복이 조장된 이후부터는 현저한 증가를 보이면서 복강내 가스를 제거한 후에도 증가된 양상이 유지되었다. 일회박출량은 제 1군에서는 차이가 없었으나 제 2군에서는 마취유도전에 비해 전기간에 걸쳐 감소되는 양상을 보였다. 혈역학적 측정치들의 두 군간의 비교에서는 기복이 된 상태에서 심박동수(T4-T7)와 T7시점에서의 일회박출지수가 두 군간에 의의 있는 차이를 보였으나 다른 혈역학적 측정치들은 수술 전기간에 걸쳐 마취방법에 따른 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

고 考

복강경 수술은 개복 수술에 비해 수술시간이 짧고 절개부위가 작으며 빠른 회복과 조기퇴원 등의 장점이 있음으로 최근 많이 시행되고 있다. 그러나 일부 보고에 의하면 복강경 수술시 급성 심혈관계 허탈이 발생될 수가 있으며 그 확률은 약 1:2000에서 1:10000정도로 보고하고 있다.²⁾ 역 Trendelenburg 자세를 유지하는 복강경하 담낭절제술과는 달리 자궁적

출술은 두부하강 체위에서 수술이 진행된다. Wilcox 와 Vandam에⁶⁾ 의하면 두부하강체위로 인한 생리적 효과는 두부 하강의 정도, 환자의 나이, 혈량상태, 심혈관계통의 질환유무 및 마취약제 등과 관련되어 나타난다고 한다.

본 연구에서 복강경하 전자궁적출술을 시행하는 동안의 혈역학적 변화를 측정하기 위해 사용된 비침습 심박출감시기의 원리는 환자의 경부 및 흉부에 각각 2쌍의 전극을 붙이고, 일정한 교류전류(70 KH, 4 mA)를 내측의 경부 및 흉부 전극사이로 통과시키면 흉곽내의 저항변동이 생겨 외측의 전극사이에서 감지되는 전압에 변동이 생긴다. 즉 흉곽내로 유입되는 혈액의 양에 따라 교류저항이 달라지게 되며, 이때 측정된 전압의 변동으로 흉곽내 교류저항을 계산하고 일회박출량 등을 측정한다.⁷⁾ 본 연구에서 나타난 혈역학적 변화는 기복이 된 상태에서 평균동맥압의 증가(제 1군에서 최고 20.7%, 제 2군에서 최고 21.1%)와 전신혈관저항지수의 증가(제 1군에서 최고 68.3%, 제 2군에서 최고 73.1%) 및 심박출지수의 감소(제 1군에서 최고 -27.4%, 제 2군에서 최고 -25.7%)로 나타났는데 기복 조장후 10분 이내에 혈역학적 변화의 정도가 가장 현저하였다. Johansen등의²⁾ 보고에 의하면 부인과 영역에서 단시간의 복강경 수술시 야기되는 혈역학적 변화의 정도는 평균동맥압 \pm 25%, 심박출량 \pm 15%, 전신혈관저항 \pm 50%라고 하였던 바 본 연구에서의 변화 수치와 심박출량에서 다소 차이는 있으나 비슷한 결과를 보이고 있다. 복강경하 담낭 절제술을 시행하는 동안의 혈역학적 변화는 평균동맥압의 증가(35%)와 심박출지수의 감소(20%) 및 전신혈관저항(65%)의 증가를 보고하고 있는데⁸⁾ 심박출지수의 경우에는 기복을 만든 10분후에 가장 많은 감소가 관찰되어 약 50%까지 감소하였다고 한다. 이와 같은 심박출량의 감소정도에 차이를 보이는 것은 수술시 환자의 체위가 반대로 된 상태에서 진행되는데 따른 것도 하나의 원인일 수 있다. 즉 Trendelenburg 자세를 취하는 전자궁 적출술시에는 정맥환류가 증가되나 역Trendelenburg 자세를 취하는 담낭절제술시에는 심박출량의 변화가 거의 없다는 보고도 있지만⁹⁾ 정맥환류의 감소로 심박출량의 감소가 생긴다고 한다.^{10,11)} Johansen등은²⁾ 15°두부하강체위를 취한 후 일회박출량이 증가된 것으로 보고하였으나 정상 체액량을 가진 건강한 사람을 15° 두

부하강체위를 취했을 경우 단지 1.8% 정도의 혈액 이동이 있을 뿐이며 따라서 의미있는 혈역학적 변동은 없다고도 한다.⁶⁾ 본 연구에서도 두부하강체위로 인한 정맥환류량의 증가에 의한 일회박출량의 증가 소견은 보이지 않았다. 이것은 아마 두부하강체위로 인한 영향보다 전신마취의 심도가 점점 깊어짐에 따라 마취약제의 영향을 더 많이 받은 결과인 것 같다. 심박출량의 감소는 여러 가지 원인으로 생길 수가 있다. 심박출량을 결정하는 인자가 정맥환류량, 심근수축력, 후부하 등이라고 할 때 정맥환류량의 감소는 곧 심박출량의 감소로 나타난다.¹²⁾ 동물실험에서 복압을 증가시킬 때 하지 대퇴정맥의 압력이 증가되고 말초혈액의 저류가 생기는 것을 관찰할 수 있는데¹³⁾ 복강경 수술시 복압의 증가는 정맥환류의 감소를 초래하게 될 것이다. 그러나 두부하강 체위를 유지하는 복강경하 전자궁 적출술시 체위와 복압 상승은 각각의 정도에 따라 서로 상쇄되어 정맥환류량의 변화가 없을 수도 있다. 따라서 정맥환류량은 두부하강 체위를 유지하는 전자궁 적출술과 두부상승체위를 취하는 담낭절제술 사이에 심박출량의 차이가 생길 수 있는 조건들중 한가지 요소에 해당된다고 생각된다. 본 연구에서 혈역학적 변화가 가장 많이 나타난 것은 전신혈관저항의 증가였다.

전신혈관저항을 증가시킬 수 있는 매개체로는 catecholamine, prostaglandins, renin-angiotensin system, vasoressin 등이 있다.¹⁴⁾ 이중 vasopressin은 복압이 10 mmHg 증가될 때 약 5배정도 수치가 올라가며 이러한 증가는 복압과 흉곽 내압의 증가와 상관 관계가 있다고 한다.¹⁵⁾ Johansen등은⁹⁾ 복강 내로 CO₂를 주입할 때 전신혈관저항이 증가되는 이유로 대동맥의 압박과 교감신경계의 활성에 따른 소동맥의 수축 그리고 정맥 저항의 증가로 설명하였다. 그리고 이러한 전신혈관저항의 증가가 심박출량의 감소로 나타난다.⁸⁾ 따라서 복강경 수술시에 심박출량이 감소되는 원인은 정맥환류의 감소와 전신혈관저항의 증가로 인한 것으로 설명할 수 있다. 본 연구에서 정맥환류의 직접적인 측정은 하지 않아 정맥환류가 감소된 증거를 설명할 수는 없다. 그러나 심박동수나 일회박출량의 변화는 미미하고 전신혈관저항은 상당히 증가됨을 관찰할 수 있었던 바 상기와 같은 설명이 설득력을 가질 수 있을 것이다. 일회박출량의 경우 마취유도 이후 감소된 양상을 보였으나 두부하강체

위를 취한 시점과 그 이후의 시점의 비교에서는 CO₂주입에 의한 복강내압의 증가로 인한 일회박출량의 감소는 없었다. 이것은 CO₂의 국소 자극효과와 복강내 내장혈관으로의 흡수에 의한 동맥혈 이산화탄소의 증가로 교감신경계가 활성화되어 일회박출량의 감소현상을 보상하기 때문이라고 한다.⁹⁾

복압상승으로 인한 혈역학적 변화는 그 자체가 상반된 효과를 나타낼 수 있다. 즉 복압이 증가되면 정맥 저항이 증가되나 systemic pressure역시 상승하므로 결국 이 두 가지는 서로 상반된 효과를 나타낸다. 따라서 우심방압이 낮은 경우에는 복압상승시 정맥환류가 감소되나 우심방압이 높은 경우에는 복압상승시 오히려 정맥환류가 증가된다고 한다.¹⁰⁾ 결국 이같은 사실은 복강경 수술시 환자의 체액량이 혈역학적 변화에 상당히 중요하게 작용함을 시사한다. 복압상승으로 인한 혈역학적 변화의 또 다른 상반된 효과는 복압의 증가시 복강내 장기와 하대정맥의 혈액이 중심정맥으로 이동하게 되어 정맥환류량의 증가 효과가 있으나 하지의 혈액에 대해서는 장벽 역할을 하여 중심정맥의 혈액량을 감소시키는 효과가 있어 단시간의 진단적 부인과 복강경 수술시에는 혈역학적 변화가 미미하다고 한다.¹¹⁾ 기복이 된 상태에서 심박출량이 감소됨에도 불구하고 평균동맥압이 증가되었는데 이 역시 전신혈관저항이 증가된 현상만으로 설명할 수밖에 없다. 왜냐하면 동맥압을 결정하는 요소중 심박출량은 감소하였음에도 동맥압은 의의있게 증가하였기 때문이다. 이와 같은 현상은 isoflurane의 농도를 증가시켜 혈관이완을 야기시켰을 때 우심방압의 변화없이 심박출량이 증가됨을 관찰할 수 있었던 사실로 설명할 수 있다고 한다.⁸⁾

복강경 하 담낭절제술에서 관찰할 수 있었던 것과 같이 복강내압이 일정하게 유지되어도 시간이 지남에 따라 전신혈관저항이 점차 감소되었는데 본 연구에서도 기복조장 5분후에 가장 많이 증가되었다가 점차 감소하는 경향을 보였다. 이것은 수술시 사용되는 마취약제가 가지는 혈관이완 효과에 의한 것이라고 하였는데⁸⁾ 본 연구의 제 1군에서 사용한 마취제인 propofol은 전신혈관저항을 약 21%에서 30%감소시키고¹²⁾ 제 2군에서 사용한 enflurane역시 1MAC에서 전신혈관저항을 16.1% 감소시킨다고 한다.¹³⁾ 따라서 기복이 조장된 10분후부터의 전신혈관저항이 약간의 감소경향을 보이는 이유로 propofol과 enflurane의 전

신혈관저항 감소효과와 어느 정도 연관이 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 복강경 수술시 마취방법을 두 가지의 다른 약제을 써서 비교하여 수술시 적용되는 물리적 효과-환자의 체위변화와 기복-와 마취시 사용하게 되는 약제 자체로 인한 효과가 각각 환자의 혈역학적 변화 양상에 미칠 수 있는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구에서 사용한 propofol과 enflurane은 결과적으로 수술 전반에 걸쳐 중요한 차이는 없었다. Propofol은 일회박출량이나 심박출량의 감소 없이 전신혈관저항의 감소로 동맥압의 감소가 생긴다고 하며¹⁴⁾ 동물 실험에서는 직접적인 정맥이완효과에 의한 전부하의 감소로 심박출량이 감소된다고도 한다.¹⁵⁾ 본 연구에서 제 1군의 마취는 propofol-N₂O/O₂-fentanyl로서 유도 및 유지를 하였는데 propofol과 fentanyl을 같이 사용할 경우 혈압은 심박동수와 일회박출량의 감소로 인한 심박출량의 감소와 혈관이완 효과에 의해 더욱 많이 감소된다고 하며¹⁶⁾ N₂O도 심박동수와 심근 수축력을 감소시켜 심박출량을 15~20% 감소시킨다고 한다.²¹⁾ Enflurane의 경우 1MAC에서 심박출량과 일회박출량 및 전신혈관저항을 감소시키지만 심박동수는 감소된 일회박출량을 보상하기 위해 36%정도 증가시킨다고 한다.¹⁷⁾ Propofol의 경우에는 본 연구에서도 비슷한 결과를 보였듯이 심박동수가 감소되거나 혹은 최소한 보상적인 상승은 없는 것 같다.¹⁷⁾

결론적으로 복강내로 이산화탄소 가스 주입에 의한 복강경하 전자궁 절제술시 수술 전기간에 걸친 혈역학적 변화는 특히 복강내로 가스 주입시 전신혈관저항과 평균동맥압의 상승 및 심박출량의 감소를 야기한다. 그리고 이러한 혈역학적인 변화를 야기하는 요소로는 술전환자의 체액량과 수술시 환자의 체위, 기복, 마취전투약 및 수술시 사용하게되는 마취약제 등 여러 가지가 상호 복합적으로 작용하는 것으로 사료된다. 또한 수술시 일반적으로 사용하게 되는 감시장치인 심전도와 혈압만으로는 증가된 전신혈관저항이나 혹은 감소된 심박출량을 인지할 수가 없으므로 복강경 수술을 받는 환자들에 대한 술전검사를 통한 환자의 선택과 술중에 좀 더 신중한 감시를 할 필요가 있겠다.

참 고 문 헌

1. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M: Hemodynamic changes due to Trendelenburg positioning and pneumoperitoneum during laparoscopic hysterectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39: 949-55.
2. Johansen G, Andersen M, Juhl B: The effect of general anaesthesia on the haemodynamic events during laparoscopy with CO₂-insufflation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1989; 33: 132-6.
3. Martin M, Anthony DI, Joseph B, Ronald FA, Behrooz Z, Antonio S: Cardiovascular effects and acid-base and blood gas changes during laparoscopy. *Am J Obstet Gynecol* 1973; 115: 1002-12.
4. 진희철, 김순임, 육시영, 황경호, 김선종, 김성열: 전신마취시 복강경 담낭 절제술이 심혈관계 및 폐환기에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1994; 27: 1666-71.
5. 이재철, 이상록, 고활영, 이인배, 정창우, 김홍렬: 복강경하 담낭절제술시 환기 및 심혈관계 변화. *대한마취과학회지* 1996; 30: 437-42.
6. Wilcox SW, Vandam LD: Alas, poor Trendelenburg and his position! A of its uses and effectiveness. *Anesth and Analg* 1988; 67: 574-8.
7. Berstein DP: A new stroke volume equation for thoracic electrical bioimpedance; Theory and rationale. *Crit Care Med* 1986b; 14: 904-9.
8. Jean LJ, Didier PN, Marc JL, Nicolas JJ, Maurice LL: Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993; 76: 1067-71.
9. Marshall RL, Jebson PJR, Davie IT, Scott DB: Circulatory effects of carbon dioxide insufflation of the peritoneal cavity for laparoscopy. *Br J Anaesth* 1972; 44: 680-4.
10. Cunningham AJ, Brull SJ: Laparoscopic cholecystectomy; Anesthetic implications. *Anesth Analg* 1993; 76: 1120-33.
11. Cunningham AJ, Turner J, Rosenbaum S, Rafferty T: Transesophageal echocardiographic assessment of hemodynamic function during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1993; 70: 621-5.
12. Ivankovich AD, Miletich DJ, Albrecht RF, Heyman HJ, Bonnet RF: Cardiovascular effects of intraperitoneal insufflation with carbon dioxide and nitrous oxide in the dog. *Anesthesiology* 1975; 42: 281-7.
13. Kelman GR, Swapp GH, Smith I, Benzie RJ, Gordon NLM: Cardiac output and arterial blood-gas tension during laparoscopy. *Br J Anaesth* 1972; 44: 1155-62.
14. Punnonen R, Viinamaki O: Vasopressin release during laparoscopy: role of increased intraabdominal pressure. *Lancet* 1982; 1: 175-6.
15. Solis-Herruzo JA, Moreno D, Gonzalez A, Larrodera L, Castellano G, Gutierrez J, et al: Effect of intra-thoracic pressure on plasma arginine vasopressin levels. *Gastroenterology* 1991; 101: 607-17.
16. Kashtan J, Green JF, Parsons EQ, Holcroft JW: Hemodynamic effects of increased abdominal pressure. *J Surg Res* 1981; 30: 249-55.
17. Claeys MA, Gepts E, Camu F: Haemodynamic changes during anaesthesia induced and maintained with propofol. *Br J Anaesth* 1988; 60: 3-9.
18. Roderick KC, Smith NT, Cedric PR, Eger EI, Clyde WJ: Cardiovascular effects of enflurane anesthesia during controlled ventilation in man. *Anesth Analg* 1978; 57: 619-28.
19. Goodchild CS, Serrao JM: Cardiovascular effects of propofol in the anaesthetized dog. *Br J Anaesth* 1989; 63: 87-92.
20. Hugo VA, Eckhard M, Thomas P, Thomas B, Achim H, Peter L: The influence of fentanyl and tracheal intubation on the hemodynamic effects of anesthesia induction with propofol/N₂O in humans. *Anesthesiology* 1988; 68: 157-63.
21. Eisele JH, Smith NT: Cardiovascular effects of 40 percent nitrous oxide in man. *Anesth Analg* 1972; 51: 956-63.