부인과적 복강경 수술에서 ProSeal 후두 마스크의 양압 환기 효능: 표준 후두 마스크 및 기관내 튜브와의 비교

가톨릭대학교 의과대학 마취과학교실

김 은 성 · 김 영 훈

= Abstract =

Efficacy of Positive Pressure Ventilation with the ProSeal Versus Classic Laryngeal Mask Airway during Gynecologic Laparoscopic Surgery

Eun Sung Kim, M.D., and Young Hun Kim, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, The Catholic University of Korea

Background: Previous studies have shown that the ProSeal laryngeal mask airway (PLMA) forms a more effective seal than the classic laryngeal mask airway (LMA) during a static oropharyngeal leak test and isolates the respiratory tract from the gastrointestinal tract when correctly positioned, but there is no evidence that it is a better ventilatory device. In the present study, we tested the hypothesis that the PLMA is a more effective ventilatory device than either the LMA or the endotracheal tube (ETT) in healthy anesthetized females undergoing gynecologic laparoscopic surgery at 120 ml/kg minute ventilation volume with the cuff fully inflated.

Methods: We studied 34 female patients (ASA physical status I, 22–46 yr) undergoing gynecologic laparoscopic surgery. Patients were randomized into three groups according to ventilatory devices; Group 1 (ETT, n = 11), Group 2 (LMA, n = 12) and Group 3 (PLMA, n = 11). After induction of anesthesia, patients were ventilated in the same mode in each group. We measured peak inspiratory pressure (PIP), PaO_2 , PaCO_2 , P_{ETCO_2} and arterial end-tidal PCO_2 difference ($\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ETCO}_2}$) at 10 min after induction of anesthesia (stage 1), 10 min after CO_2 insufflation (stage 2), 10 min after Trendelenburg (T) position (stage 3) and 30 min after T position (stage 4).

Results: There were no significant differences among the three groups in PaCO_2 , P_{ETCO_2} , and PIP. PaCO_2 , P_{ETCO_2} and PIP increased significantly at stages 2 through 4 compared to stage 1 ($P < 0.05$). PaO_2 decreased significantly at stage 4 compared to stage 1 ($P < 0.05$). $\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ETCO}_2}$ was maintained within normal range from stage 1 to stage 4.

Conclusions: This study demonstrates that pulmonary gas exchange is not affected by the choice of ventilatory devices during gynecologic laparoscopic surgery in young female patients under a Trendelenburg position and pneumoperitoneum. (Korean J Anesthesiol 2003; 44: 440~445)

Key Words: Gas exchange; laparoscopy; proSeal laryngeal mask airway.

논문접수일 : 2002년 7월 26일

책임저자 : 김은성, 서울시 서초구 반포동 505, 강남성모병원 마취과, 우편번호: 137-040

Tel: 02-590-1545, Fax: 02-537-1951, E-mail: euns1503@catholic.ac.kr

서 론

전신 마취시 기도 유지를 위한 후두 마스크(laryngeal mask airway, LMA)의 사용은 기관 내 튜브(endotracheal tube, ETT)에 비하여 여러 장점들이 있어 널리 사용되는 추세에 있다.¹⁾ LMA를 이용한 양압 환기시 과도한 흡기압은 기낭 주위로 가스의 누출을 일으켜 불충분한 환기와 위 팽창을 야기할 수 있다.²⁾ 개조된 공기낭과 식도 출구를 갖고 있는 새로운 후두 마스크인 ProSeal LMA (PLMA)는 동일한 공기낭 내압(60 cm H₂O)에서 기존의 표준 LMA에 비해 밀폐압(seal pressure)이 평균 10.8 cm H₂O 높아 LMA에 비해 상대적으로 가스의 누출이 적으며, 정확하게 삽입이 될 경우 식도로부터 기도를 완벽하게 분리시킬 수 있다고 한다.³⁾ 따라서 일반적으로 PLMA가 LMA에 비해 뛰어난 환기 효과가 있을 수 있다고 추정할 수 있다. 그러나 건강한 여성 환자에서 비복강내 부인과 수술시 PLMA와 LMA가 동등하게 효율적인 환기 효과를 보였다고 한다.⁴⁾ 하지만 이러한 사실이 최대 흡기압이 상승할 수도 있는 조건에서도 같은 결과를 나타낼 지는 의문이다. 잘 알려진 바와 같이 복강경 수술은 이산화탄소 가스 주입으로 혈중 이산화탄소 분압의 증가와 수술시야 확보를 위한 Trendelenburg 체위로 인한 복압의 증가로 호흡기계 저항의 증가와 기능적 잔기 용량 및 폐 유순도의 감소 등으로 폐 가스 교환 기능에 장애를 줄 수 있다.^{5,6)} 이에 저자들은 복강경 수술을 받는 건강한 부인과 환자들에서 분시 환기량을 120 ml/kg로 하였을 때 PLMA와 LMA의 환기 효과를 비교하고자 하였으며 아울러 기관내 튜브와도 비교하였다.

대상 및 방법

부인과적 복강경 수술을 받는 34명의 여성 환자(ASA 신체 등급 I, 22-46세)를 대상으로 하였다. 수술 전 환자 방문 시 연구에 대하여 설명하고 자필로 동의를 얻었다. 폐 질환, 상기도 이상 또는 흡인 가능성이 큰 환자 등은 제외되었다. 병실에서의 전투약은 하지 않았고 무작위로 1군(ETT, n = 11), 2군(LMA, n = 12), 3군(PLMA, n = 11)으로 나누어 기도 유지를 하였으며 LMA 및 PLMA는 후두경의 사용없이 목은 굴전시키고 머리는 신전이 되도록 한 후 오른손잡이의 경우 왼손으로 머리를 밀면서 오른손으로 LMA 또는 PLMA를 삽입 후 기관지 내시경으로 그 위치를 확인하였다. 마스크 커프 압력은 커프 압력계(hand pressure gauge, VBM, Germany)를 사용하여 60 cmH₂O 이하로 유지하여 신경 또는 동맥이 압박될 수 있는 가능성을 감소시켰다. 후두마스크는 종류에 관계없이 삽관 과정의 어려움은 없었으며 처음 1회 시도하여 삽관이 실패한 경우는 연구 대상에서 제외하였다. ETT는 내경 7.5 mm를 사용하였고 LMA와 PLMA는 No. 4를 사용하였다. 마취유도 전에 폐기능을 평가하기 위해 최대 호기 유량계(Personal Best[®], Healthscan products Inc., USA)를 사용하여 최대 호기 유량(peak expiratory flow)을 측정하였다.⁷⁾ 체중, 신장 및 연령과 신장에 따른 최대 호기 유량 예상치에 대한 각 환자의 실제 최대 호기 유량치의 비는 세 군에서 차이가 없었으나 연령은 PLMA군이 ETT군과 LMA군에 비해 적었다(Table 1). 마취 유도는 thiopental sodium 3-5 mg/kg와 succinylcholine 1 mg/kg을 투여하여 시행하였고 마취 유지는 enflurane 1.5-2.0

Table 1. Clinical Characteristics

	ETT	LMA	PLMA
Age (yr)	35.3 ± 4.2	32.6 ± 6.1	28.4 ± 7.2* [†]
Weight (kg)	57.3 ± 7.2	56.4 ± 6.3	55.5 ± 9.1
Height (cm)	160.6 ± 4.7	160.5 ± 5.6	162.4 ± 6.1
PEF (% predicted)	94.3 ± 0.02	92.7 ± 0.04	95.2 ± 0.02

Data are expressed as mean ± SD. ETT: endotracheal tube, LMA: laryngeal mask airway, PLMA: ProSeal laryngeal mask airway, PEF: peaked expiratory flow. *P < 0.05 vs. ETT. [†]P < 0.05 vs. LMA

vol%로 하였다. 세 군에서 모두 유량은 약 0.35 L/sec (mid-range of low flow), I : E = 1 : 2, 흡입 산소 분율은 0.4로 하여 양압 환기를 하였으며 이산화탄소 가스 주입시에 복압의 증가로 인한 흡기압의 증가를 피하기 위해 1회 환기량의 변화를 기준으로 호흡수를 조절하여 동일한 분시 환기량이 되게 하였다. 각 군에서 마취 유도 후 10분(stage 1), 이산화탄소 가스 주입 후 10분(stage 2), Trendelenburg (T)체위 (< 15°) 후 10분(stage 3), T-체위 후 30분(stage 4)에 각각 기도 내 최대 흡기압(peak inspiratory pressure, PIP)과 호기말 이산화탄소 분압 측정 및 혈액 가스 분석을 시행하였다. 이산화탄소 가스는 복강내 압력이 11–14 mmHg가 될 때까지 주입하였다.

모든 측정치는 평균 $\pm$ 표준 편차로 표시하였다. 측정결과에 대한 통계처리는 ANOVA를 시행하였고 post hoc 다중 비교는 Duncan을 이용하였으며 동일 군에서 시간 및 조건에 따른 변화 유의성은 repeated measure ANOVA를 하였다. 모든 결과 비교는 P 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

Fig. 1. Changes (mean $\pm$ SD) of arterial carbon dioxide tension (PaCO_2) during gynecologic laparoscopic surgery. ETT: endotracheal tube, LMA: laryngeal mask airway, PLMA: ProSeal laryngeal mask airway. Stage 1: 10 min after intubation, Stage 2: 10 min after CO_2 insufflation, Stage 3: 10 min after Trendelenburg position during CO_2 insufflation, Stage 4: 30 min after Trendelenburg position during CO_2 insufflation. There were no significant differences through each stages among the three groups in PaCO_2 . * $P < 0.05$ vs. Stage 1, † $P < 0.05$ vs. Stage 2, ‡ $P < 0.05$ vs. Stage 3.

결 과

ETT군에서 1명과 PLMA군에서 1명은 개복술로 전환되었고, LMA군에서 2명은 가스 누출로 인한 삼관 실패로 기관내 삼관을 하였으므로 이들은 연구 대상에서 제외하였다. 동맥혈 이산화탄소 분압은 PLMA군에서 각각 stage 1 (27.8 ± 6.5 mmHg), stage 2 (31.6 ± 5.3 mmHg), stage 3 (33.7 ± 5.3 mmHg), stage 4 (37.5 ± 7.3 mmHg)이고 LMA군에서는 stage 1 (30.2 ± 5.1 mmHg), stage 2 (32.6 ± 3.9 mmHg), stage 3 (34.5 ± 4.2 mmHg), stage 4 (39.2 ± 13.4 mmHg)였고 ETT군에서는 stage 1 (31 ± 5 mmHg), stage 2 (34 ± 5 mmHg), stage 3 (35.9 ± 6.1 mmHg), stage 4 (35.1 ± 5.9 mmHg)로 세 군의 각 단계간에는 유의한 차이가 없었으며 각 군은 각 단계에 따라 증가하는 양상을 보였으나 세 군에서 모두 첫 두 단계에서 과환기의 양상을 나타냈다(Fig. 1). 호기말 이산화탄소 분압은 동맥혈 이산화탄소 분압과 동일하게 세 군의 각 단계간에는 유의한 차이가 없었으나 각 단계에 따라 증가하는 양상을 보였다(Table 2). 동맥혈 산소 분압은 세 군의 각 단계간에는 유의한 차이는 없었

Fig. 2. Changes (mean $\pm$ SD) of arterial oxygen tension (PaO_2) during gynecologic laparoscopic surgery. ETT: endotracheal tube, LMA: laryngeal mask airway, PLMA: ProSeal laryngeal mask airway. Stage 1: 10 min after intubation, Stage 2: 10 min after CO_2 insufflation, Stage 3: 10 min after Trendelenburg position during CO_2 insufflation, Stage 4: 30 min after Trendelenburg position during CO_2 insufflation. There were no significant differences through each stages among the three groups in PaO_2 . * $P < 0.05$ vs. Stage 1.

Table 2. Changes of Respiratory Variables

		P _{ET} CO ₂	PaCO ₂ -P _{ET} CO ₂	PIP
ETT	Stage 1	26.3 ± 3.0	4.0 ± 1.9	16.7 ± 2.1
	Stage 2	28.7 ± 4.9*	3.6 ± 2.0	22.5 ± 3.2*
	Stage 3	31.2 ± 4.7* [†]	4.0 ± 1.5	22.9 ± 3.0*
	Stage 4	34.0 ± 4.4* ^{†‡}	3.5 ± 1.5	21.8 ± 4.0*
LMA	Stage 1	28.3 ± 2.7	3.5 ± 1.5	16.1 ± 2.1
	Stage 2	32.3 ± 5.6*	3.3 ± 1.9	21.5 ± 2.4*
	Stage 3	33.8 ± 4.8* [†]	3.4 ± 1.9	21.5 ± 3.0*
	Stage 4	34.9 ± 4.8* ^{†‡}	3.7 ± 2.2	21.3 ± 2.9*
PLMA	Stage 1	26.4 ± 3.9	2.3 ± 1.0	15.6 ± 1.9
	Stage 2	29.8 ± 3.3*	3.0 ± 1.6	20.1 ± 3.6*
	Stage 3	32.0 ± 4.5* [†]	2.9 ± 1.3	21.7 ± 2.6*
	Stage 4	34.3 ± 5.6* ^{†‡}	2.8 ± 1.7	22.5 ± 2.8*

Data are expressed as mean ± SD of each groups (ETT: endotracheal tube, LMA: laryngeal mask airway, PLMA: ProSeal laryngeal mask airway). Stage 1: 10 min after intubation, Stage 2: 10 min after CO₂ insufflation, Stage 3: 10 min after Trendelenburg position during CO₂ insufflation, Stage 4: 30 min after Trendelenburg position during CO₂ insufflation. P_{ET}CO₂: end tidal CO₂ partial pressure (mmHg), PaCO₂-P_{ET}CO₂: arterial end-tidal PCO₂ difference (mmHg), PIP: peak inspiratory pressure (cmH₂O). There were no significant differences through each stages among the three groups in P_{ET}CO₂, PaCO₂-P_{ET}CO₂ and PIP. *P < 0.05 vs. Stage 1. [†]P < 0.05 vs. Stage 2. [‡]P < 0.05 vs. Stage 3.

으나 세 군 모두 stage 4에서 stage 1에 비해 유의한 감소를 보였다(Fig. 2). 세 군의 기도내 최대 흡기압은 stage 1에 비해 stage 2, stage 3, stage 4에서 각각 유의한 증가를 보였다(Table 2). 한편 세 군의 동맥혈-호기말 이산화탄소 분압 차이는 각각 stage 1에서 stage 4에 이르기까지 정상 범위(< 5 mmHg)를 유지하였다(Table 2).

고 찰

이 연구의 목적은 부인과적 복강경 수술 시 LMA와 PLMA를 통한 양압 환기 시 이산화탄소 가스의 주입과 환자 체위에 따른 호흡 변수의 차이를 ETT와 함께 비교하고자 하였는바, 결과적으로 호기말 이산화탄소 분압과 동맥혈 탄산가스 분압은 세 군간 및 세 군의 각 단계간에 차이가 없이 정상소견을 나타내었다. 또한 기복에 따른 복압의 증가로 인한 최대 흡기압의 증가 역시 세 군간에 차이를 보이지 않았다. 세 군에서 이산화탄소 가스 주입으로 만들어진 11-14 mmHg의 기복 상태 및 15도 미만의 Trendelenburg (T)체위 후 측정된 호기말 이산화탄소

분압, 동맥혈 탄산가스 분압 및 최대 흡기압 등은 각각 통계적으로 유의한 증가를 보이긴 하였으나 정상 소견을 나타낸 것으로 보아 폐 환기가 무리 없이 이루어진 것으로 생각된다. 이 사실은 부인과 복강경시 LMA의 사용은 복강내압이 25 cmH₂O 이하로 유지되고 T체위가 15도 미만이면 안전할 수도 있다는 연구들과^{8,9)} 일치된 소견을 보여 주었으며 나아가 본 연구에서는 PLMA의 사용 역시 이 조건 하에서 폐 환기에 문제가 없음을 나타내었다.

이산화탄소 가스 주입 후 동맥혈 이산화탄소 분압은 주입 장소에서의 흡수와¹⁰⁾ 기체의 확산성 및 접촉면의 넓이와 관류 상태에 따른 영향으로 증가할 수 있으며 T체위 및 복압 증가로 인한 기능적 잔기용량의 감소와 심박출량의 감소로 인한 환기 관류 불균형으로도 증가할 수 있다. Tan 등은¹¹⁾ 복강경하 부인과 수술시 주입된 이산화탄소와 T체위 때문에 동맥혈 가스 변화에 심각한 변화가 초래될 것으로 생각했으나 실험 결과 동맥혈 이산화탄소 분압은 높게 나오고 동맥혈 산소 분압은 변화가 없었다고 보고하면서 그 원인을 환자가 젊고 건강한 여성이었고 이산화탄소 주입과 동시에 일회 환기량을 30% 높게

책정하였고 이것에 의해 환기의 감소를 보상할 수 있어서 동맥혈 산소 분압이 유지되었다고 하였다. 본 임상 연구에서도 일정한 분시 환기량과 유량(mid-range of low flow)을 유지하였는데도 호기말 및 동맥혈 이산화탄소 분압이 각 단계에 따라 통계적으로 유의있는 증가가 있었으나 정상치 안에 있었던 것으로 보아 약간의 과환기가 있었던 것으로 추정된다. 동맥혈 산소 분압은 기복 및 T체위 후 30분에 통계적으로 각각 유의한 감소가 있었으나 정상치 안에 있었다. 이러한 사실은 세 군에서 기복 및 T체위가 산소화 및 폐 환기에 큰 지장을 초래하지 않았음을 나타내었다.

표준 LMA는 자발 호흡이나 양압 환기 시 ETT나 안면 마스크 대용으로 고안되었는 바 양압 환기 시 LMA 공기낭(cuff) 주위로의 가스의 누출로 인해 부적절한 환기 및 위 확장이 올 수 있다. Maltby 등은¹²⁾ 양압 환기 시 표준 LMA와 ETT를 비교해 본 결과 적절한 크기의 표준 LMA를 정확하게만 위치시키면 적절한 폐 환기가 될 수 있음을 보여 주었다. 또한 가스의 누출로 인한 위의 확장은 ETT나 LMA 어느 것이나 동일한 빈도로 발생하였다고 한다. 정찬중 등도¹³⁾ 기복으로 인해 복압이 증가될 수 있는 조건에서 양압 환기 시 표준 LMA와 ETT를 비교해 본 결과 적절한 크기의 표준 LMA를 정확하게만 위치시키면 적절한 폐 환기가 될 수 있음을 보여 주었다. LMA로 유발되는 기도의 밀폐압은 마스크 크기에 비례하며 PLMA도 마찬가지로 한다.¹⁴⁾ PLMA의 밀폐압은 LMA보다 평균 10.8 cmH₂O 높다고 한다.³⁾ 이러한 밀폐압의 차이로 LMA는 PLMA에 비해 누출량(leak fraction)이 많고 누출압이 9-15 cmH₂O 낮았다고 하나 이러한 차이로 두 기구가 임상적으로 산소화 및 환기의 유의한 차이를 나타내지는 않았다고 한다.⁴⁾

본 실험에서는 밀폐압, 누출압 및 누출량을 측정치 못하여 정확한 삽입 후 적절한 공기낭의 팽창을 통해 최대 흡기압을 각 단계에 따라 측정하였다. Voyagis 등은¹⁵⁾ 여러 종류의 최대 흡기압(10.0, 12.5, 15, 17.5, 20.0, 30.0 cmH₂O)을 양압 환기에 적용해본 결과 20 cmH₂O 이하의 낮은 흡기압을 적용 시 ETT에 반해 LMA에서 정상 탄산 상태(normocapnia)를 나타냈다고 하였으나 본 실험에서는 ETT, LMA, PLMA 세 군 모두에서 20 cmH₂O 전 후의 압력에서 정상

탄산 상태를 나타냈다(Fig. 1, Table 2). 이러한 차이는 이산화탄소 가스 주입으로 인한 기복 및 T체위로 인한 양압 환기 조건의 차이 때문인 것으로 추정되었다.

Casati 등은¹⁶⁾ ASA 1, 2인 30명의 건강한 성인에서 LMA를 통한 기계 환기시 호기말 이산화탄소 분압은 동맥혈 이산화탄소 분압을 나타내는 정확한 지표였으며 따라서 capnometry는 환기의 적절성을 평가할 수 있는 신뢰 있는 검사임을 알 수 있었다고 한다. 또한 Chhibber 등은¹⁷⁾ 유아에서 LMA와 ETT를 통한 기계 환기시 두 기구 모두 정상치내의 동맥혈-호기말 이산화탄소 분압 차이를 보여 주었다고 하였다. 본 연구에서 ETT, LMA, PLMA 세 군 모두에서 정상치의 동맥혈-호기말 이산화탄소 분압차이(< 5 mmHg)을 나타낸 것으로 보아 부인과적 복강경 수술에서도 ETT와 LMA는 물론 PLMA를 통한 기계 환기시에도 적절한 환기를 나타냈을 뿐 아니라 capnometry의 사용은 환기의 적절성을 평가할 수 있는 좋은 monitor임을 알 수 있었다.

본 연구에서는 LMA와 PLMA의 삽입시 후두 내시경으로 확인하여 fiberoptic score 4 (성대가 완전히 보임), 3 (성대가 후두개에 의해 부분적으로 막힘)일 때 적절히 삽입되었다고 판단하였다. 그러나 임상적으로 문제가 없는 기도 유지를 위해 반드시 정확한 위치의 삽입이 필요한 것은 아닌 것으로 알려진 바 Asai 등은¹⁸⁾ 후두 내시경으로 성문 또는 성문과 후두개의 후부가 보여 적절하게 위치한 것으로 판단된 환자의 20-35%에서 해부학적으로 부정확함을 보여 주었다.

본 연구는 연구 방법상 몇 가지 문제가 있는 바 첫째 연구 대상 수가 적으며 둘째 정상 폐 기능 환자들만을 대상으로 하였기 때문에 밀폐가 더 좋은 PLMA의 환기능이 과소평가 될 수도 있었으며 셋째 여성 환자만을 대상으로 하였기 때문에 남성에게도 일률적으로 연구 결과가 똑같이 적용 될 수는 없을 듯 하며 넷째 각 기구의 밀폐압과 누출압을 측정하지 못하였다.

결론적으로 LMA가 부인과 복강경 수술에서 안전한 환기 기구임이 이미 잘 알려진 바¹⁹⁾ PLMA 역시 부인과 복강경 수술 시 밀폐가 잘 된 상태에서 분시 환기량이 120 ml/kg일때 ETT는 물론 LMA와도 유의한 차이 없이 효과적인 환기 기구임을 추정할 수 있

었다. 그러나 기복시 가스 누출이 LMA에 비해 적을 수 있는 PLMA의 환기효과의 우수성 여부는 더욱 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Brimacombe JR: The advantages of the LMA over the tracheal tube or facemask: a meta-analysis. *Can J Anaesth* 1995; 42: 1017-23.
2. Devitt JH, Wenstone R, Noel AG, O'Donnell MP: The laryngeal mask airway and positive ventilation. *Anesthesiology* 1994; 80: 550-5.
3. Brain AIJ, Verghese C, Strube PJ: The LMA 'ProSeal'- a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* 2000; 84: 650-4.
4. Brimacombe J, Keller C, Boehler M, Phringer F: Positive pressure ventilation with the ProSeal versus classic laryngeal mask airway: A randomized, cross-over study of healthy female patients. *Anesth Analg* 2001; 93: 1351-3.
5. Pelosi P, Foti G, Cereda M, Vicardi P, Gattinoni L: Effects of carbon dioxide insufflation for laparoscopic cholecystectomy on respiratory system. *Anaesthesia* 1996; 51: 744-9.
6. 김지웅, 남용택, 채용호: 복강경 및 골반경 수술시 환자 체위와 이산화탄소 주입이 정상인의 기도내압과 유순도에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1999; 36: 802-7.
7. Gautrin D, D'Aquino LC, Gagnon G, Malo JL, Cartier A: Comparison between peak expiratory flow rates (PEFR) and FEV1 in the monitoring of asthmatic subjects at an outpatient clinic. *Chest* 1994; 106: 1419-26.
8. Goodwin APL, Rowe WL, Ogg TW: Day case laparoscopy-a comparison of two anesthetic techniques using the laryngeal mask during spontaneous breathing. *Anaesthesia* 1992; 47: 892-5.
9. Swann DG, Spens H, Edwards SA, Chestnut RJ: Anaesthesia for gynaecological laparoscopy- a comparison between the laryngeal mask airway and tracheal intubation. *Anaesthesia* 1993; 48: 431-4.
10. Magno R, Medegard A, Bengtsson R, Tronstad SE: Acid-base balance during laparoscopy. The effects of intraperitoneal insufflation of carbon dioxide and nitrous oxide on acid-base balance during controlled ventilation. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1979; 58: 81-5.
11. Tan PL, Lee TL, Tweed WA: Carbon dioxide absorption and gas exchange during pelvic laparoscopy. *Can J Anaesth* 1992; 39: 677-81.
12. Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Fick GH: Gastric distension and ventilation during laparoscopic cholecystectomy: LMA-Classic vs. tracheal intubation. *Can J Anaesth* 2000; 47: 622-6.
13. 정찬중, 김도윤, 박한석, 김형호, 진영준: 복강경 담낭절제술시 후두 마스크를 통한 양압 환기의 효능과 안전성. *대한마취과학회지* 2002; 42: 43-9.
14. Berry AM, Brimacombe J, McManus KF, Goldblatt M: An evaluation of the factors influencing selection of the optimal size of laryngeal mask airway in normal adults. *Anaesthesia* 1998; 53: 564-70.
15. Voyagis GS, Papakalon EP: A comparison of the laryngeal mask and tracheal tube for controlled ventilation. *Acta Anaesthesiol Belg* 1996; 47: 81-4.
16. Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Albertin A, Anelati D, Magistris L, et al: Arterial to end-tidal carbon dioxide tension difference in anesthetized adults mechanically ventilated via a laryngeal mask or a cuffed oropharyngeal airway. *Eur J Anaesthesiol* 1999; 16: 534-8.
17. Chhibber AK, Fickling K, Kolano JW, Roberts WA: Comparison of end-tidal and arterial carbon dioxide in infants using laryngeal mask airway and endotracheal tube. *Anesth Analg* 1997; 84: 51-3.
18. Asai T, Morris S: The laryngeal mask airway: its features, effects and role. *Can J Anaesth* 1994; 41: 930-60.
19. Verghese C, Brimacombe JR: Survey of laryngeal mask airway usage in 11,910 patients: safety and efficacy for conventional and nonconventional usage. *Anesth Analg* 1996; 82: 129-3.