내시경하 갑상선절제술, 복강경하 담낭절제술 및 부인과적 복강경술에서의 혈액가스의 변화 비교

가톨릭대학교 의과대학 마취과학교실, *일반외과학교실

유시현 · 김종분 · 정현주 · 안명자
김정수* · 박수석 · 문장혁

= Abstract =

Comparison of Changes in Arterial Blood Gases during Endoscopic Thyroidectomy, Laparoscopic Cholecystectomy and Gynecologic Laparoscopic Surgery

Sie Hyun You, M.D., Jong Bun Kim, M.D., Hyun Ju Jung, M.D., Myung Ja Ahn, M.D.
Jeong Soo Kim, M.D.*, Soo Seog Park, M.D.[†], and Jang Hyuk Mun, M.D.

Departments of Anesthesiology and *General Surgery, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, Uijongbu, Korea

[†] Department of Anesthesiology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Incheon, Korea

Background: Because laparoscopic surgery has many advantages compared with conventional methods, it has recently been applied to not only intraabdominal or intrathoracic surgery but also thyroidectomy. It is possible that arterial blood gases and hemodynamic variables can be changed by patient position and insufflation of pressurized CO₂ into extraperitoneal or intraperitoneal space, so we examined the changes in arterial blood gases, end tidal CO₂ (P_{ET}CO₂) and hemodynamic variables during an endoscopic thyroidectomy with extraperitoneal CO₂ insufflation, laparoscopic cholecystectomy and gynecologic laparoscopic surgery with intraperitoneal CO₂ insufflation under N₂O, enflurane inhalational general anesthesia.

Methods: Forty ASA class I or II patients were included in this study, endoscopic thyroidectomy group (n = 10), laparoscopic cholecystectomy group (n = 18), gynecologic laparoscopic surgery group (n = 12). All patients were underwent controlled mechanical ventilation (tidal volume: 10 ml/kg, respiratory rate: 12/min) and the ventilator mode was fixed in this volume and rate until the end of the operation. The position of patients during the endoscopic thyroidectomy and laparoscopic cholecystectomy were under 5 degree reverse Trendelenburg position, whereas the gynecologic laparoscopic surgery was under a 10 degree head-down lithotomy position. Variables were measured before CO₂ insufflation (10 minute after induction), 10, 20 and 30 minutes after CO₂ insufflation and 40 minutes after CO₂ deflation.

Results: PaCO₂ and P_{ET}CO₂ were significantly increased during CO₂ insufflation compared with pre-insufflation values in all groups, but the magnitude of increases of PaCO₂ and P_{ET}CO₂ was not significantly different among the three groups. The mean magnitude of increases of PaCO₂ at 10 minutes after CO₂ insufflation were as follows: gynecologic laparoscopic surgery (6.21 ± 2.0 mmHg), endoscopic thyroidectomy (5.07 ± 2.3 mmHg), and laparoscopic cholecystectomy (5.01 ± 2.2 mmHg).

논문접수일 : 2001년 12월 7일

책임저자 : 김종분, 경기도 의정부시 금오동 65-1, 가톨릭의과대학 의정부성모병원 마취과학교실, 우편번호: 480-130

Tel: 031-820-3596, Fax: 031-847-3449, E-mail: jbkim@cmc.cuk.ac.kr

Conclusions: We concluded that PaCO₂ and P_{ET}CO₂ were significantly increased during CO₂ insufflation compared with the preinsufflation values in all groups, but the magnitude of increases of PaCO₂ and P_{ET}CO₂ was not significantly influenced by CO₂ insufflation site and patient position. (Korean J Anesthesiol 2002; 42: 431~437)

Key Words: Carbon dioxide; endoscopic thyroidectomy; gynecologic laparoscopic surgery; laparoscopic cholecystectomy; lithotomy position; reverse trandelenburg position.

서 론

기존의 수술들보다 절개부위가 적어 흉터가 거의 없고 술 후 통증이 적으며 재원기간이 짧고 이환율이 감소하여 환자를 보다 빨리 일상생활에 복귀시킬 수 있다는 여러 장점 때문에 복강경시술은 다양한 외과적 영역에서 보편적으로 시행되어지고 있다.¹⁾ 최근에는 복강경기구와 비디오기술의 발달로 시술의 적응이 다양해져 복강 및 흉강이외의 장소에도 이용되고 있다.²⁾

복강경 시술 시 이산화탄소를 주입함으로써 발생할 수 있는 혈액학적, 호흡계, 내분비계의 변화와 여러가지 합병증들이 보고되고 있는데³⁾ 이러한 변화들은 환자의 체위, 이산화탄소 주입장소, 이산화탄소 주입속도와 압력, 기존의 심혈관 및 폐질환 등 여러 인자에 의해 영향을 받는다.⁴⁻⁷⁾

이에 저자들은 본원에서 시행되고 있는 내시경하 갑상선절제술, 복강경하 담낭절제술, 부인과적 복강경술에서 체위 및 이산화탄소 주입장소에 따른 혈액가스의 변화와 혈액학적 변화들을 비교 관찰하였다.

대상 및 방법

미국마취과학회 신체등급분류 1, 2에 속하는 40명의 환자를 대상으로 내시경하 갑상선절제술군 10명, 복강경하 담낭절제술군 18명, 부인과적 복강경술군 12명으로 나누어 본 연구의 취지 및 연구방법에 대해 환자에게 설명하고 동의를 구한 뒤 연구를 진행하였다(Table 1). 수술의 특성상 각 군을 무작위 추출할 수 없었으나 부인과적 복강경수술군의 경우 복강경하 자궁적출술 5예, 난소 낭종제거술 4예, 자궁외임신으로 인한 난관 절제술 3예였다. 모든 환자군에서 기왕력이나 이학적 검사상 어떤 특별한 심장질환이나 폐질환의 증거가 있는 경우는 연구에서 제외시켰다. 세 군간에 연령, CO₂ 가스주입시간에는 의미 있는 차이가 없었다.

전투약은 하지 않았고 환자들은 8시간 이상 금식 후 마취유도는 모든 환자에서 thiopental 5 mg/kg 정주하여 의식소실 후 succinylcholine 1 mg/kg를 투여하여 기관내 삽관을 실시하고 N₂O와 O₂를 각각 3 L/min, 2 L/min, enflurane 1.5-2.0 vol%로 흡입시키

Table 1. Characteristics of Patients

	Groups		
	Laparoscopic cholecystectomy	Gynecologic laparoscopy	Endoscopic thyroidectomy
Number of patients	18	12	10
Age (yr)	49.9 ± 16	37.8 ± 9.7	38.8 ± 12.8
Sex ratio (m/f)	9/9	0/12	0/10
CO ₂ insufflation time (min)	38 ± 6	40 ± 9	34 ± 3

Values are mean ± SD.

면서 vecuronium bromide 0.1 mg/kg로 근이완을 유지시켰고 모든 환자군에서 일회 환기량은 10 ml/kg, 호흡수는 분당 12회로 조절 환기시켰다. 이 후 수술 종료시까지 환기형태는 변화시키지 않았다. 마취 유도 후 modified Allen's test를 시행하여 척골동맥의 측부 순환여부를 확인한 후 요골 동맥에 22 G 카테터를 거치하여 지속적인 혈압측정과 동맥혈 가스 분석으로 이용하였다. 각 군마다 마취 유도 후 CO₂가스 주입 전, CO₂가스 주입 후 10분, 20분, 30분, 가스 제거 후 40분에 동맥혈을 채취하여 혈액가스분석을 즉시 시행하고 동시에 P_{ET}CO₂와 다른 혈액학지수들을 측정하였다. 환자의 체위는 내시경하 갑상선절제술군은 5도 역트렌델렌부르크체위이고 복강경하 담낭절제술군은 5도 역트렌델렌부르크 10도 좌측편위 체위였으며 부인과적 복강경술은 10도 두부하강 왜곡위로 수술이 진행되었다. 양와위로부터의 체위 변화 시점은 이산화탄소 주입시점과 동일하게 하였다. 모든 그룹에서 투관침(trocar) 삽입 후 이산화탄소 주입을 저유속(5-7 L/min)으로 시작하여 최대압력이 14 mmHg를 넘지 않도록 하였다. 동맥혈 혈액가스의 분석은 Chiron 348 pH/blood gas/electrolytes 분석기(Bayer, Halstead, UK)를 이용하였으며 P_{ET}CO₂는 Respiratory gas monitor (Ohmeda, USA)를 이용하여 측정하였다.

Fig. 1. Changes of PaCO₂ during CO₂ insufflation in three groups. All groups show significant increases of PaCO₂ after CO₂ insufflation compared with preinsufflation values (*: P < 0.05). But there are no statistically significant increase of PaCO₂ among 10, 20, 30 minutes after CO₂ insufflation. Also, there are no significant differences of PaCO₂ between three groups.

모든 결과는 평균 ± 표준편차로 표기하였으며 통계처리는 군 간 비교는 t-test를 하였고, 시간에 따른 측정치의 변화는 repeated measured ANOVA (SPSS 10.0)로 비교하였다. 사후검정은 Duncan test를 시행하여 비교하였고 P < 0.05인 경우를 유의하다고 판정하였다.

결 과

세 군에서 이산화탄소 주입 전과 비교해볼 때 주입 후 10분, 20분, 30분에서 호기말 이산화탄소분압 (P_{ET}CO₂)과 동맥혈 이산화탄소분압(PaCO₂)은 모두 유의하게 증가하였다. 이산화탄소 증가정도의 비교는 세 군간에 통계적으로 유의 있는 차이는 없었으나 이산화탄소 주입 전과 주입 후 10분간의 평균 증가는 P_{ET}CO₂의 경우 복강경하 담낭절제술군(6.17 ± 3.6 mmHg), 부인과적 복강경수술군(5.3 ± 1.9 mmHg), 내시경하 갑상선절제술(3.8 ± 1.7 mmHg) 순서로 증가하였고, PaCO₂의 경우 부인과적 복강경수술군(6.21 ± 2.0 mmHg), 내시경하 갑상선절제술

Fig. 2. Mean magnitudes of increases of P_{ET}CO₂ and PaCO₂ in 10 minutes after CO₂ insufflation. Mean increases of PaCO₂ at 10 minutes after CO₂ insufflation were as follows: gynecologic laparoscopy (6.21 ± 2.0 mmHg), endoscopic thyroidectomy (5.07 ± 2.3 mmHg), laparoscopic cholecystectomy (5.01 ± 2.2 mmHg). Mean increases of P_{ET}CO₂ at 10 minutes after CO₂ insufflation were as follows: laparoscopic cholecystectomy (6.17 ± 3.6 mmHg), gynecologic laparoscopy (5.3 ± 1.9 mmHg), endoscopic thyroidectomy (3.8 ± 1.7 mmHg). There are no statistical significant differences among the three groups.

Table 2. Changes in Arterial Blood Gases, Mean Arterial Blood Pressure, Heart Rate during CO₂ Insufflation

		Before CO ₂ insufflation	After CO ₂ gas insufflation (min)		
			10	20	30
PaCO ₂ (mmHg)	T	32.53 ± 2.07	37.60 ± 4.10*	38.59 ± 4.95*	39.56 ± 4.98*
	C	33.06 ± 3.65	38.46 ± 3.80*	40.68 ± 4.08*	40.88 ± 3.86*
	G	29.21 ± 3.41	35.47 ± 3.99*	38.17 ± 4.04*	38.95 ± 3.08*
P _{ET} CO ₂ (mmHg)	T	30.50 ± 2.80	34.30 ± 3.16*	35.60 ± 4.81*	37.10 ± 5.74*
	C	29.78 ± 2.71	35.33 ± 2.66*	37.00 ± 2.52*	38.00 ± 2.85*
	G	26.83 ± 2.69	32.33 ± 3.60*	35.25 ± 2.83*	36.33 ± 3.08*
PaCO ₂ -P _{ET} CO ₂ (mmHg)	T	2.03 ± 1.98	3.30 ± 2.40	2.99 ± 1.78	2.46 ± 1.93
	C	3.28 ± 2.88	3.12 ± 2.81	3.68 ± 3.30	2.88 ± 2.39
	G	2.38 ± 3.50	3.14 ± 2.51	2.92 ± 2.86	2.61 ± 2.20
pH	T	7.45 ± 0.023	7.40 ± 0.018*	7.39 ± 0.030*	7.38 ± 0.031*
	C	7.47 ± 0.034	7.41 ± 0.037*	7.39 ± 0.036*	7.39 ± 0.039*
	G	7.48 ± 0.039	7.42 ± 0.039*	7.39 ± 0.033*	7.37 ± 0.031*
PaO ₂ (mmHg)	T	227.2 ± 46.8	225.9 ± 40.2	216.3 ± 40.0	218.4 ± 37.0
	C	189.3 ± 43.1	188.3 ± 39.3	180.6 ± 44.8	182.9 ± 45.5
	G	201.3 ± 29.0	198.0 ± 32.5	199.7 ± 32.6	199.8 ± 39.0
APP (mmHg)	T		10.10 ± 4.5	9.70 ± 4.85	9.50 ± 4.99
	C		10.11 ± 2.42	9.78 ± 1.99	9.72 ± 2.32
	G		12.33 ± 2.42	12.50 ± 1.78 [†]	12.42 ± 2.31 [‡]
Heart rate (/min)	T	91 ± 13.7	98 ± 9.1	97 ± 10.5	99 ± 11.4
	C	77 ± 13.3	89 ± 17.7	88 ± 19.2	88 ± 18.4
	G	78 ± 13.2	83 ± 12.6	86 ± 13.5	84 ± 13.6
MAP (mmHg)	T	73.8 ± 9.00	93.70 ± 14.75*	93.36 ± 15.03*	86.00 ± 12.87
	C	78.37 ± 9.95	113.77 ± 11.48*	104.16 ± 11.83*	103.3 ± 11.03 [†]
	G	78.11 ± 8.23	103.30 ± 23.39*	96.88 ± 18.00*	94.88 ± 10.09*

All values are mean ±SD. APP: air pocket pressure of insufflated cavity C: laparoscopic cholecystectomy, G: gynecologic laparoscopic surgery, MAP: mean arterial pressure T: endoscopic thyroidectomy. *: P < 0.05 compared with pre-insufflation values, [†]: P < 0.05 compared with value at 10 minute after CO₂ gas insufflation, [‡]: P < 0.05 compared with laparoscopic cholecystectomy group.

(5.07 ± 2.3 mmHg), 복강경하 담낭절제술군(5.01 ± 2.2 mmHg) 순이었다(Fig. 1 및 2). 전 군에서 동맥혈 이산화탄소분압과 호기말 이산화탄소분압의 차이(PaCO₂-P_{ET}CO₂)는 정상 범위 내에서 유지되었으며 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다. 또한 흥미로운 것은 복강경하 담낭절제술군 2예, 내시경하 갑상선절제술군 1예, 부인과적 복강경술군 2예에서 동맥혈 이산화탄소분압과 호기말 이산화탄소분압의 차이(PaCO₂-P_{ET}CO₂)가 음의 값을 보였다.

흡입 산소농도 40%의 환기상태에서 동맥혈 산소분압은 전 군에서 이산화탄소 주입 전과 주입 후에

유의 있는 차이는 없었고 이산화탄소 주입동안에도 동맥혈 산소분압의 유의 있는 변화는 없었다.

동맥혈 pH는 내시경하 갑상선절제술군과 부인과적 복강경술에서는 이산화탄소 주입 전보다 주입 후 20분 경까지 통계적으로 유의하게 감소하였고 복강경하 담낭절제술군에서는 주입 후 10분까지 통계적으로 유의한 감소를 보였으나 군간에 유의한 차이는 없었다.

평균 동맥압은 내시경하 갑상선절제술군의 경우 이산화탄소 주입 전에 비해 주입 후 10분에 유의하게 증가하였으나 주입 후 30분엔 이산화탄소주입 전

과 유의한 차이는 없었다. 부인과적 복강경술의 경우는 이산화탄소 주입 전에 비해 주입 후 유의한 증가를 보였으나 주입 후 시간에 따른 차이는 없었다. 복강경하 담낭절제술군의 경우 이산화탄소 주입 전보다 주입 후 의의 있게 증가하였고 이산화탄소 주입 후 30분엔 이산화탄소 주입 후 10분보다 통계적으로 의의 있게 증가하였다. 심박수는 모든 군에서 이산화탄소 주입 전과 후에 유의한 차이가 없었다(Table 2).

내시경하 갑상선절제술군과 복강경하 담낭절제술군은 이산화탄소 주입 후 air pocket pressure에 의의 있는 차이는 없었다. 부인과적 복강경술군은 내시경하 갑상선절제술과는 차이가 없었으나 복강경하 담낭절제술군보다는 이산화탄소 주입 후 20분과 30분에 의의 있게 증가되어 있었다(Table 2).

고 찰

본 연구는 이산화탄소 주입장소가 다르고 수술 체위가 다른 세가지 종류의 수술에서 이산화탄소 주입이 혈액가스나 혈액학적으로 어떠한 변화를 주는 지 알아보고자 하였다.

전신 마취 하에서 이산화탄소 주입을 이용한 복강경술 시 트랜델렌부르크 체위의 부인과적 복강경술이거나 역트랜델렌부르크 체위의 복강경하 담낭절제술에서 일반적으로 동맥혈 이산화탄소분압은 이산화탄소 주입 전보다 점차 증가하여 주입 후 15-30분이면 평형상태(plateau)를 이루게 된다.^{4,8)} 이산화탄소 주입 후 동맥혈 이산화탄소분압은 여러 가지 원인에 의해 증가하게 되는데 가장 주된 기전은 이산화탄소 주입장소로부터의 흡수에 의하고⁹⁾ 기체의 확산성과 접촉면의 넓이, 접촉면의 관류상태에 영향을 받게 된다. 그 외 복부팽만, 환자의 체위, 강제환기, 감소된 심박출량으로 유발된 환기 관류 불균형으로 인해 동맥혈 이산화탄소분압은 증가하게 된다. 일정시간이 지난 후 더 이상 동맥혈 이산화탄소분압이 증가하지 않는 이유는 체내의 이산화탄소 저장 용적의 한계와 접촉면에 대한 압력증가로 국소 관류 장애가 유발되기 때문인 것으로 생각된다.¹⁰⁾ 본 실험에서 세 군 모두 이산화탄소 주입 전에 비해 주입 후 의의 있게 동맥혈 이산화탄소분압 및 호기말 이산화탄소분압이 증가하였으나 주입 후 시간에 따라 통계적으로 의의 있게 증가하지 않았다(Table 2). 따

라서 이산화탄소 주입 후 10분 이후에 평형상태(plateau)를 이루었다고 볼 수도 있으나 10분과 20분 사이에 좀 더 빈번한 혈액가스가 시행되었어야만 그러한 결론에 힘을 실을 수 있었을 것이나 실제 환자의 채혈량이 너무 증가하여 시행하기에 어려움이 있었다. 본 연구는 동맥혈 이산화탄소분압을 동맥혈을 채혈함으로써 직접 측정하였으나 여러 논문들에서 심폐 질환이 없는 건강한 환자들에서 호기말 이산화탄소분압을 이용하여 간접적으로 동맥혈 이산화탄소분압을 예측하여 환자의 환기상태를 감시할 수 있다고 하였다.^{4,8,11)} 그러나 Wahba와 Mamazza 등에¹²⁾ 의 하면 호기말 이산화탄소분압의 감시가 동맥혈 이산화탄소분압을 적절히 반영하지 못할 수 있다고 하였다. 본 실험에서도 5에서 동맥혈 이산화탄소분압과 호기말 이산화탄소분압의 차($\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$)가 음의 값을 보였다. 동맥혈 이산화탄소분압과 호기말 이산화탄소분압의 차($\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$)가 음의 값을 보이는 경우는 임산부나 개심술 후 또는 소아 마취 시에 종종 보고되는데 이것은 심박출량과 이산화탄소 생성이 증가되거나 일시적이고 광범위한 환기 관류 불균형이 호기말 이산화탄소분압을 증가시킨다고 하였다. 복강경술의 경우 평소보다 큰 일회 호흡량으로 환기시킴으로써 아래쪽 폐포(dependent alveoli)의 환기를 개선시키고 닫혀있던 폐포를 열리게 하며 느린 시간 상수를 가진 폐 단위(slow lung unit)의 배출을 촉진시켜 음의 값의 $\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 를 보일 수 있다고 하였다.¹²⁾ 따라서 환자의 환기상태를 파악하기 위해 침습적이기는 하나 동맥혈 가스분석을 이용하는 것이 보다 정확한 방법이 될 것이다.

수술에 따른 환자의 체위는 환자의 심혈관계 및 호흡기계의 변화를 가져오게 되며 경사도의 정도가 직접적으로 그러한 생리적변화에 영향을 미치게 된다. 정상혈압을 가진 환자에서 역 트랜델렌부르크체위는 정맥 환류량의 감소로 심박출량을 감소시키고 평균 동맥압을 낮추며 쇄석위에서 그러한 현상은 더 심화된다.^{5,7)} 반대로 트랜델렌부르크 체위에서는 중심 정맥압이 증가하고 심박출량은 증가한다. 그러나 일반적으로 심폐 질환이 없는 정상 혈압의 환자의 복강경술에 있어 환자의 체위는 혈액학적으로 의미 있는 변화를 초래하지는 않는다.^{5,7)} 본 실험에서도 심박출량은 측정하지 못했으나 서로 다른 체위의 세가지 수술에서 체위로 인한 평균 동맥압의 의의 있

는 변화는 없었다(Table 2). 체위는 호흡기계도 변화를 가져오는데 트렌텔렌부르크 체위 시에는 복강내 장기의 무게에 의해 횡경막이 밀려 올라가고 조절 호흡에 대한 흡기압이 증가하며 기능적 폐용량이 20% 감소하며 흉곽의 탄성률이 50%로 감소하여 혈중 이산화탄소 분압이 증가하게 되나 반대로 역 트렌텔렌부르크 체위 시에는 복강내 장기에 의한 압박이 거의 없고 기능적 폐 잔기량이 증가하여 폐 환기량을 증가시켜 기복형성으로 인한 환기량의 감소를 상쇄시키는 효과가 있을 것이라고 본다.¹³⁻¹⁵ 김미 등에¹⁶) 의하면 트렌텔렌부르크 체위를 취한 충수돌기 절제술 군에서 역 트렌텔렌부르크 체위를 취한 담낭 절제술군보다 PaCO_2 와 PETCO_2 가 더 크게 증가하였고 시간에 따라 더 뚜렷한 차이를 보였다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서 트렌텔렌부르크 체위의 부인과적 복강절제술이나 역 트렌텔렌부르크의 담낭 절제술 군간에 PaCO_2 와 PETCO_2 증가량에 유의 있는 차이는 없었고 시간에 따른 차이도 없었다(Fig. 1, Table 2). 위에서 이산화탄소의 체내로의 흡수는 접촉면의 넓이와 접촉면의 관류상태에 영향을 받는데 복강경하 담낭절제술의 경우 담낭을 박리하는 과정에서 간상(liver bed)이 노출됨으로써 체위의 이점에도 불구하고 비슷한 정도의 PaCO_2 와 PETCO_2 증가를 보이지 않았나 생각된다.⁴⁾ 또 14 mmHg 정도의 복압에서 10-20도 정도의 트렌텔렌버그 혹은 역 트렌텔렌버그체위는 심폐질환이 없는 환자에서 생리적 사강이나 섀트에 유의 있는 변화를 초래하지 않는다고 하였다.¹⁷⁻¹⁹⁾

내시경하 갑상선절제술의 경우는 다른 두 수술과 달리 복강외(extraperitoneal space)로 이산화탄소를 주입하는 경우로,²⁰⁾ Mullet 등에⁴⁾ 의하면 복강내 이산화탄소 주입 시 16-20분 후면 평형을 이루는 것과 달리 복강외 이산화탄소 주입 시에는 PETCO_2 와 VECO_2 (pulmonary elimination of CO_2)가 주입 내내 서서히 계속 증가하였으며 체내로의 이산화탄소 확산이 복강내 이산화탄소 주입보다 복강외 이산화탄소 주입 시 더 현저하게 일어난다고 보고하였다. 그 이유는 첫째로 복강외 이산화탄소주입이 이산화탄소와 접촉하는 교환면의 성질 때문에 평형상태에 도달하기까지 좀 더 많은 시간이 필요하다는 것이고 둘째는 복강외 공간의 계속적인 박리로 인해 이산화탄소가 교환될 수 있는 접촉면이 증가한다는 것이다.

그러나 본 실험 결과 내시경하 갑상선 절제술군에서 동맥혈 이산화탄소 분압은 복강내로 이산화탄소를 주입한 다른 두 군과 통계적으로 유의 있는 차이를 보이지는 않았고 주입 후 시간에 따라서도 유의 있는 증가는 보이지 않았다(Fig. 1). Ohgiai 등에²¹⁾ 의하면 내시경하 갑상선 제거술시 이산화탄소 주입 압력이 16 mmHg 이하이면 문제가 될만한 과탄산혈증이 발생하지 않았음을 보고하였다. 본 실험에서 이산화탄소 주입 후 Air pocket pressure는 15 mmHg를 넘지 않았다.

결론적으로 모든 군에서 호기말 이산화탄소분압과 동맥혈 이산화탄소분압의 증가는 이산화탄소주입 후 통계적으로 유의 있게 증가하였으나 시간에 따른 유의 있는 변화는 없었고 세 군간의 비교에 있어 서로 다른 체위와 이산화탄소 주입장소의 변화가 동맥혈 이산화탄소 증가 정도에 유의 있는 변화를 초래하지는 않았다.

참 고 문 헌

1. Grace PA, Quereshi A, Coleman J, Keane R, McEntee G, Broe P, et al: Reduced postoperative hospitalization after laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 1991; 78: 160-2.
2. Yeung HC. Endoscopic surgery of the neck: a new frontier. *Surg Laparosc Endosc* 1998; 8: 227-32.
3. Joshi GP: Complications related to abdominal surgery with an emphasis on laparoscopy. Anesthesia and perioperative complications. 2nd ed. Edited by Benumof JL. St.Louis. Mosby. 1999, pp 665-85.
4. Mullet CE, Viale JP, Sagnard PE, Mielliet CC, Ruynat LG, Counioux HC, et al. Pulmonary CO_2 elimination during surgical procedures using intra- or extraperitoneal CO_2 insufflation. *Anesth Analg* 1993; 76: 622-6.
5. Odeberg S, Ljungqvist O, Svenberg T, Gannedahl P, Backdahl M, von Rosen A, et al: Haemodynamic effects of pneumoperitoneum and the influence of posture during anaesthesia for laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1994; 38: 276-83.
6. Hirvonen EA, Poikolainen EO, Paakkonen ME, Nuutinen LS: The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 2000; 14: 272-7.
7. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Vuolteenaho O: Hormonal responses and cardiac filling pressures in head-up or

- head-down position and pneumoperitoneum in patients undergoing operative laparoscopy. *Br J Anaesth* 1997; 78: 128-33.
8. Baraka A, Jabbour S, Hammound R, Aouad M, Najjar F, Khoury G, et al: End-tidal carbon dioxide tension during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesthesia* 1994; 49: 304-6.
9. 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.
10. Lister DR, Rudston-Brown B, Warriner CB, McEwen J, Chan M, Walley KR: Carbon dioxide absorption is not linearly related to intraperitoneal carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology* 1994; 80: 129-36.
11. Nyarwaya JB, Mazoit JX, Samii K: Are pulse oximetry and end-tidal carbon dioxide tension monitoring reliable during laparoscopic surgery? *Anaesthesia* 1994; 49: 775-8.
12. Wahba RW, Mamazza J: Ventilatory requirements during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1993; 40: 206-10.
13. 김운영, 임혜자, 윤석민, 박영철: 골반경 보조 질식 자궁 적출술 시 심혈관계 및 동맥혈 가스변동에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1994; 27: 382-90.
14. Drummond GB, Martin LV: Pressure-volume relationships in the lung during laparoscopy. *Br J Anaesth* 1978; 50: 261-70.
15. 민경태, 박윤근, 박병석: 복강경하 담낭절제술 시 호기말 이산화탄소분압과 동맥혈 이산화탄소분압의 상관관계. *대한마취과학회지* 1995; 28: 803-8.
16. 김 미, 김영숙, 이미성, 김기엽: 복강경 수술시 환자체위와 기록시간의 경과가 동맥혈이산화탄소분압과 호기말 이산화탄소분압의 변화에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1995; 29: 490-4.
17. Tan PL, Lee TL, Tweed WA: Carbon dioxide absorption and gas exchange during pelvic laparoscopy. *Can J Anaesth* 1992; 39: 677-81.
18. Bures E, Fusciardi J, Lanquetot H, Dhoste K, Richer JP, Lacoste L: Ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 566-73.
19. Joris J, Honore P, Lamy M: Changes in oxygen transport and ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology* 1992; 77 (suppl 3A): A149.
20. Kim JS, Kim KH, Ahn CH, Jeon HM, Kim EG, Jeon CS: A clinical analysis of gasless endoscopic thyroidectomy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2001; 11: 268-72.
21. Ochiai R, Takeda J, Noguchi J, Ohgami M, Ishii S: Subcutaneous carbon dioxide insufflation does not cause hypercarbia during endoscopic thyroidectomy. *Anesth Analg* 2000; 90: 760-2.