

흉강경시 CO₂에 의한 혈역학적 영향

손동섭* · 원경준*

=Abstract=

Hemodynamic Effects of CO₂ Insufflation During Thoracoscopy

Dong Suep Sohn, M.D.*, Kyung Jun Won, M.D.*

An adequate exposure is important in thoracoscopic procedures. The insufflation of CO₂ has been demonstrated to aid in compressing lung parenchyma, and act as a retractor when combined with changes in patient's position. However, a recent study demonstrated that CO₂ insufflation during thoracoscopy in the pig has adverse hemodynamic consequences. We prospectively studied 12 patients undergoing thoracoscopy to evaluate the effect of CO₂ insufflation in the clinical setting. The mean arterial pressure, heart rate, central venous pressure, arterial oxygen saturation, and end-tidal CO₂ pressure were monitored. Measurements were determined at baseline, at the initiation of one-lung ventilation, and at intrapleural pressure of 5, 10, 15 mmHg and following results were obtained.

- 1) The insufflation of 5 to 15 mmHg of CO₂ had no significant effect on the mean arterial pressure, heart rate, arterial oxygen saturation.
- 2) The end-tidal CO₂ pressure rose from 31.00 ± 1.67 mmHg to 38.49 ± 1.82 mmHg at an intrapleural pressure of 15 mmHg ($p < 0.05$).
- 3) The central venous pressure rose from 7.75 ± 0.76 mmHg to 12.83 ± 1.64 mmHg and 16.16 ± 1.97 mmHg at an intrapleural pressure of 10 and 15 mmHg ($p < 0.05$).
- 4) The low pressure (< 10 mmHg) insufflation is a safe adjunct to the conduct of thoracoscopic surgical procedures.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1996; 29: 723-7)

Key words : 1. Thoracoscope
2. Hemodynamics
3. Carbon dioxide

서 론

비디오흉강경수술은 점차 이미지기술과 흉강경조작기의 발달로 여러가지 진단적 또는 치료적 목적으로 사용이 증가하고 있는 추세이다. 또한 흉강경수술은 수술전후

합병증이 적게 발생하고 일반적인 개흉술에 비해 동통이 적으며 수술후 상처가 작아 미용적인 효과등 여러 장점을 가지고 있다. 이런 흉강경 시술시에 이산화탄소를 주입하여 폐를 허탈시키어 수술시야를 좋게 하는데 Jones 등¹⁾의 연구에 의하면 돼지를 이용하여 늑막강에 이산화탄소주입

* 중앙대학교 의과대학 흉부외과학교실

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Chung-Ang University

본 연구는 1995년 중앙대학교 의료원 임상교수 연구비로 이루어짐

논문접수일: 96년 1월 29일 심사통과일: 96년 4월 8일

통신저자: 손동섭, (140-757) 서울시 용산구 한강로3가 65-207, Tel. (02) 748-9566, Fax. (02) 794-4319

Table 1. Hemodynamic measurements at different intrapleural pressures

Intrapleural pressure	Mean AP (mmHg)	Heart Rate (bpm)	CVP (mmHg)	SaO ₂ (%)	ETCO ₂ (mmHg)
Baseline	90.91 ± 4.33	89.41 ± 3.39	7.75 ± 0.76	99.56 ± 0.22	31.00 ± 1.67
One-lung Ventilation	94.50 ± 4.38	91.75 ± 3.53	7.83 ± 1.02	97.69 ± 1.10	34.89 ± 1.90
5 mmHg	94.83 ± 4.81	90.06 ± 3.91	8.33 ± 1.08	99.16 ± 0.45	33.55 ± 1.91
10 mmHg	86.16 ± 2.81	92.16 ± 3.79	12.83 ± 1.64*	98.71 ± 0.51	37.39 ± 1.78
15 mmHg	85.50 ± 3.80	97.00 ± 4.06	16.16 ± 1.92*	98.23 ± 1.01	38.49 ± 1.82*

mean AP, mean arterial pressure; CVP, central venous pressure;

ETCO₂, end-tidal CO₂; SaO₂, Arterial O₂ Saturation;

* p<0.05 compared with value of baseline (control)

을 유발하여 양압을 형성하였을 때 심박출량의 감소, 혈압의 감소, 중심정맥압의 상승등 심각한 혈액학적인 변화를 유발한다고 보고하였다. 그래서 본 연구자는 진단적이거나 치료적으로 비디오흉강경수술 조작을 하는 환자를 대상으로 폐를 허탈시키어 수술시야를 좋게하기위해 이산화탄소를 주입하여 늑막강내에 양압이 발생시 어떤 혈액학적인 변화가 발생하고 적절한 흉강내 이산화탄소 압력은 얼마가 적당한지 연구하였다

대상 및 방법

1995년 3월 부터 8월까지 중앙대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 흉부질환으로 진단적 혹은 치료목적으로 비디오흉강경수술을 시술한 12명의 환자를 대상으로 하였다.

환자의 연령 및 성별분포는 최저 19세에서 최고 67세까지로 평균연령은 37.5세 였으며 남자가 9례 (75%), 여자가 3례 (25%)로 남자가 많았다.

모든 환자는 양측기관삽입 (double lumen endotracheal intubation, Robertshaw)을 시행하여 일측폐환기를 준비하고 마취를 유도하였으며 필요에 따라 개흉술을 시행할 준비를 하고 측와위 자세로 취하였다. 마취를 유도한 후 평균혈압 (MAP), 심박동수, 중심정맥압 (CVP), 동맥산소포화도 (SaO₂), 환기말이산화탄소분압 (ETCO₂)등 모든 혈액학적 측정치는 어떤 외과적 조작전에 기준치를 기록하여 기준으로 삼았다. 환측폐의 환기를 중단하여 일측폐환기를 시행하여 폐를 허탈시킨 후 일측폐환기시의 평균혈압, 심박동수, 중심정맥압, 동맥산소포화도, 환기말이산화탄소분압을 측정하였다. 흉강경이 들어갈 첫번째 부위를

절개하여 Veress 침을 넣은 후 이를 통해 이산화탄소를 주입하여 폐를 허탈시키고 흉강내 압력을 증가시키면서 흉강내압이 5 mmHg, 10 mmHg, 15 mmHg 에서 평균혈압, 심박동수, 중심정맥압, 동맥산소포화도, 환기말이산화탄소분압을 측정하여 기록하였다. 이산화탄소 투입에 의해 일어날 수 있는 혈액학적인 변화를 방지하기 위해 순환혈액 확장제나 혈압상승제의 주입을 하지 않았으며 모든 기록은 흉강내 압력이 안정된 3~5분 후에 측정하였다. 이산화탄소의 유량은 분당 2 L 가 넘지 않게 하였다. 검사 수치는 평균 표준오차로 표시하였으며 기준치와 각 압력 변화치 사이를 p value로 비교 검색하였다.

결 과

진단적 혹은 치료적으로 비디오흉강경 수술을 시행한 12례 환자의 외과적 조작전기준치와 일측폐환기시, 이산화탄소를 주입하여 폐를 허탈시키고 흉강내 압력이 5 mmHg, 10 mmHg, 15 mmHg 시에 평균혈압, 심박동수, 중심정맥압, 동맥산소포화도, 환기말이산화탄소분압등 혈액학적 변동을 측정한 수치를 Table 1에서 보여주고 있다. 모든 환자는 시술시 또한 측정시 큰 문제가 없었으며 수술 전후 합병증과 후유증은 없었다.

1. 평균혈압 (MAP)

평균혈압은 기준치 90.91 ± 4.33 mmHg 에서 일측환기시 94.50 ± 4.38 mmHg, 흉강내압이 5 mmHg시 94.83 ± 4.81 mmHg, 10 mmHg 증가시 86.16 ± 2.81 mmHg, 15 mmHg 증가시 85.50 ± 3.80 mmHg 로 감소하였으나 기준치와 각 늑막강 압력변화시 평균혈압의 통계적 의의가 없었다.

2. 심박동수(HR)

심박동수는 기준치 89.41 ± 3.39 bpm에서 일측환기시 91.75 ± 3.53 bpm, 흉강내압이 5mmHg시 90.06 ± 3.91 bpm, 10mmHg 증가시 92.16 ± 3.79 bpm, 15mmHg 증가시 97.00 ± 4.06 bpm로 증가하였으나 기준치와 각 늑막강 압력상승시의 심박동수는 통계적으로 의의가 없었다.

3. 중심 정맥압(CVP)

중심정맥압은 기준치 7.75 ± 0.76 mmHg 에서 일측환기시 7.83 ± 1.02 mmHg, 흉강내압이 5mmHg시 8.33 ± 1.08 mmHg, 10mmHg 증가시 12.83 ± 1.64 mmHg, 15mmHg 증가시 16.16 ± 1.92 mmHg로 증가하여 기준치와 늑막강 압력이 10mmHg, 15mmHg 증가시 중심 정맥압은 통계적으로 의의가 있었다($p < 0.05$).

4. 동맥 산소 포화도(SaO₂)

동맥 산소 포화도는 기준치 99.56 ± 0.22 %에서 일측환기시 97.69 ± 1.10 %, 흉강내압이 5mmHg시 99.16 ± 0.45 %, 10mmHg 증가시 98.71 ± 0.51 %, 15mmHg 증가시 98.23 ± 1.01 %로 기준치와 각 늑막강 압력상승시의 동맥 산소 포화도와는 통계적으로 의의가 없었다.

5. 환기말 이산화탄소 분압(ETCO₂)

환기말 이산화탄소 분압은 기준치 31.00 ± 1.67 mmHg에서 일측환기시 34.89 ± 1.90 mmHg, 흉강내압이 5 mmHg시 33.55 ± 1.91 mmHg, 10mmHg 증가시 37.39 ± 1.78 mmHg, 15mmHg 증가시 38.49 ± 1.82 mmHg로 증가하였으나 기준치와 늑막강 압력이 15mmHg 증가시만 환기말 이산화탄소 분압이 통계적으로 의의가 있었다($p < 0.05$).

고 찰

정상적인 심폐기능을 유지하기 위해서 흉강내 압력은 대기압 이하로 음압을 형성하고 있는 상태로 휴식시 -5 cm H₂O 상태로 있다가 흡기시 더욱 음압을 형성하였다가 호기시 -5 cm H₂O로 돌아오게 된다²⁾. 그러나 흉강이 대기에 노출이 되게 되면 대기압과 평형이 이루어지는 선까지 폐용적이 감소하고 더욱 흉강내압을 증가시키면 의미있게 정맥환류와 심박출량이 감소하게 된다³⁾.

비디오흉강경수술은 점차 이미지기술과 흉강경조작기구의 발달로 여러가지 진단적 또는 치료적 목적으로 사용되고 있다. 흉강경 시술시에 이산화탄소를 주입하여 폐를

허탈시키어 적절한 수술시야를 유지하는 것이 가장 중요한데 이런 수술시야를 좋게하는데 이산화탄소를 사용하게 된다. 이런 인위적인 기흉을 유발하여 늑막강을 양압 상태로 유지하게 되면 혈역학적인 변화가 생기게 될 수 있다.

임상적으로 흉강경수술 조작시 이산화탄소 주입에 의한 흉강내 양압 환기의 문제가 다른 연구보고⁴⁻⁷⁾가 있으며 복강경⁸⁾이나 흉강경시행시 이산화탄소의 주입에 의해 공기전색⁹⁾, 부정맥^{9, 10)}, 계속적인 공기누출¹⁰⁾ 그리고 이산화탄소 전색등 심각한 합병증을 보고하기도 하였다. Jones 등¹¹⁾의 연구에 의하면 돼지에서 이산화탄소를 주입하여 흉강내압을 5~15 mmHg 상승시킬 때 심박출계수, 평균혈압, 심박출량, 좌심실 심박출작업계수는 의미있게 감소하였고 반대로 중심정맥압은 의미있게 증가하였으며 심박동수의 변화는 의미가 없는 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 모든 환자는 시술시나 측정시 별 문제는 없었으며 수술중 공기전색, 부정맥, 이산화탄소전색등 심각한 합병증이나 후유증은 없었고 Swan-Ganz Catheter를 사용하지 않아 심박출량은 알 수가 없지만, 평균혈압, 심박동수, 동맥산소포화도는 조작전 기준치와 일측폐환기시 및 흉강내압 변화시 측정치의 사이에 유의한 변동이 없었으며 환기말 이산화탄소 분압은 기준치 31.00 ± 1.67 mmHg 에서 흉강내압 15 mmHg 증가시 38.49 ± 1.82 mmHg 로 변화가 관찰되었으며 중심정맥압은 기준치 7.75 ± 0.76 mmHg 에서 흉강내압 10mmHg이상 증가시 12.83 ± 1.64 mmHg, 15 mmHg 증가시 16.16 ± 1.97 mmHg로 의미있는 변화가 관찰되었다.

이산화탄소를 주입하여 양압하에서 동맥혈 저산소증은 관찰되지 않는다. 이것은 일측폐환기에 의해 저산소증에 의한 폐동맥의 수축에 의해 야기되는 것 같다. 말초혈관계와 다르게 폐동맥계에서는 일측 폐환기에 의한 저산소증이 폐혈관수축을 야기하여 환기-관류부조화의 부위를 감소시키어 이산화탄소 주입에 의한 저산소증을 일으키는 않는 것 같다¹¹⁾. 그래서 허탈된 폐부위의 폐동맥은 수축을 하여 환기와 관류의 조화를 이루게 된다.

환기말 이산화탄소 분압은 이산화탄소주입에 의해 적은 압력하에서는 영향이 없다가 압력을 상승하여 15mmHg에서는 의미있게 증가된 것으로 사료된다. 중심 정맥압은 늑막강압력이 증가함으로 해서 상승한다. 이것은 늑막강압력의 증가와 저산소증에 의해 야기된 폐동맥의 수축에 의해 우측 심장에 대한 부하가 증가되어서 생긴다. 그러나 이산화탄소 주입에 의해 흉막강압력의 증가에 의해 중심 정맥압이 상승하지만 평균혈압, 심박동수, 동맥 산소 포화도, 환기말 이산화탄소 분압등의 측정된 혈역학적수치는

크게 변화하지 않는다

결론적으로 흉강경수술 조작시 수술시야를 좋게하기 위해 이산화탄소를 주입하여 폐허탈을 시킬 때 늑막강 압력을 10 mmHg이하로 낮게 하고 유량을 분당 2 L이하로 하면 혈액학적 영향없이 안전할 것으로 생각된다.

결 론

중앙대학교 용산병원 흉부외과 교실에서는 1995년 3월부터 8월까지 흉부질환으로 진단적 혹은 치료목적으로 흉강경을 시술하는 환자 12명을 대상으로 흉강경시술시 이산화탄소의 주입이 혈액학적인 영향에 관해 임상적연구를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다

1. 조작전 기준치와 일측폐환기시 및 흉강내압 변화시 측정된 평균혈압, 심박동수, 동맥산소포화도 사이에 유의한 변동이 없었다.
2. 환기말 이산화탄소 분압은 기준치 31.00 ± 1.67 mmHg에서 흉강내압 15 mmHg 증가시 38.49 ± 1.82 mmHg($p < 0.05$)로의 변화가 관찰되었다.
3. 중심정맥압은 기준치 7.75 ± 0.76 mmHg에서 흉강내압 10 mmHg 증가시 12.83 ± 1.64 mmHg, 15 mmHg 증가시 16.16 ± 1.97 mmHg($p < 0.05$)로 의미있는 변화가 관찰되었다.
4. 흉강경수술시 혈액학적 변화없이 수술시야를 확보하기 위한 이산화탄소압력은 10 mmHg이하가 적당할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Jones DR, Graeber GM, Tanguilig GG, Hobbs G, Murray

- GF. *Effects of insufflation during thoracoscopy*. Ann Thorac Surg 1993;55:1379-82
2. West JB. *Respiratory physiology*. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1990:103-4
3. Bitto T, Mannion JD, Stephenson LW, et al. *Pneumothorax during positive -pressure mechanical ventilation*. J Thorac Cardiovasc Surg 1985;89:585-91
4. Bardini R, Sefalin A, Ruol A, Pavanello M, Peracchia A. *Videothoroscopic enucleation of esophageal leiomyoma*. Ann Thorac Surg 1992;54:576-7
5. Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR, et al. *Video-assisted thoracic surgery: basic technical concepts and intercostal approach strategies*. Ann Thorac Surg 1992;54:800-7
6. Mack MJ, Aronoff RJ, Acuff TE, Douthit MB, Bowman RT, Ryan WH. *Present role of thoracoscopy in the diagnosis and treatment of diseases of the chest*. Ann Thorac Surg 1992;54:403-9
7. Nathanson LK, Shimi SM, Wood RAB, Cuschieri A. *Videothoroscopic ligation of bulla and pleurectomy for spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg 1991;52:316-9
8. Gomar C, Fernandez C, Villalonga A, Nalda MA. *Carbon dioxide embolism during laparoscopy and hysteroscopy*. Ann Fr Anesth Reanim 1985;4:380-2
9. Enk B, Viskum K. *Diagnostic thoracoscopy*. Eur J Respir Dis 1981;62:344-51
10. Menzies R, Charbonneau M. *Thoracoscopy for diagnosis of pleural disease*. Ann Intern Med 1991;114:271-6
11. Roger ML, Tinker JA, Covino BG, Langneker DE, et al. *Principles and practice of anesthesiology*. St. Louis: Mosby, 1993:1754-73

=국문초록=

흉강경수술시 적절한 수술시야를 확보하는 것이 가장 중요하다. 이때 이산화탄소를 주입하여 폐를 허탈시키고 환자의 위치를 변경함으로써 수술 시야를 좋게 할 수 있다. 그러나 최근 보고에 의하면 돼지에서 흉강경 시행시 이산화탄소를 주입하여 좋지 않은 혈액학적인 변화가 일어날 수 있다고 보고하고 있다. 그래서 본 저자는 흉강경을 시행한 12명의 환자를 대상으로 조작전, 일측환기시, 흉강내압이 5mmHg, 10mmHg, 15mmHg 변화시 평균혈압, 심박동수, 중심정맥압, 동맥산소포화도, 환기말이산화탄소분압등의 혈액학적인 변화를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조작전 기준치와 일측폐환기시 및 흉강내압 변화시 측정된 평균혈압, 심박동수, 동맥산소포화도 사이에 유의한 변동이 없었다.
2. 환기말 이산화탄소 분압은 기준치 31.00 ± 1.67 mmHg 에서 흉강내압 15 mmHg 증가시 38.49 ± 1.82 mmHg($p < 0.05$) 로의 변화가 관찰되었다.
3. 중심정맥압은 기준치 7.75 ± 0.76 mmHg 에서 흉강내압 10 mmHg 증가시 12.83 ± 1.64 mmHg, 15 mmHg 증가시 16.16 ± 1.97 mmHg($p < 0.05$)로 의미있는 변화가 관찰되었다.
4. 흉강경수술시 혈액학적 변화없이 수술시야를 확보하기 위한 이산화탄소압력은 10mmHg이하가 적당할 것으로 생각한다.

- 중심단어 :** 1. 흉강경
2. 혈액학
3. 이산화탄소