

## 質疑応答

## (質問) 腹腔鏡手術の循環動態への影響について御教示下さい

(回答) 謝 宗安

## 1) 気腹術の安全性

胆嚢摘出術などの内視鏡下外科手術麻酔のわれわれの経験をまとめると、最大気腹圧(腹腔内圧)を8~15 mmHgとしたとき、視野が十分であり、大きな循環抑制はほとんど生じないこと、また心疾患を持つ患者においても気腹術は安全に行えるものと報告されている<sup>1-3)</sup>。

しかし、気腹中に注意すべき問題点が指摘されており、ここでは二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)気腹術を用いた腹腔鏡手術の循環動態への影響に限って記述する。

## 2) 気腹術による循環への影響

気腹術による循環変化は、第一に腹腔内圧が循環系に器械的圧迫をおこし、静脈還流の減少(前負荷の低下)と、腹腔内の血管床の減少や大動脈の圧迫により後負荷の増強がおこる。第二にCO<sub>2</sub>は腹膜刺激作用が強く、交感神経興奮が起こり、カテコラミン<sup>4)</sup>やバゾプレッシン<sup>5)</sup>などのホルモンが分泌されて生じる変化である。

仰臥位で15 mmHg以下の気腹圧のときの循環諸量の変化は、収縮期、平均、拡張期とも血圧が上昇し、体血管抵抗、肺動脈圧、肺毛細管楔入圧、左室一回仕事係数の上昇がみられ、一回拍出量の減少がおこる。心拍数は増加するもの、変化がないものがある<sup>6,7)</sup>。まれに、徐脈発作で心停止に到ることがある<sup>8)</sup>。心拍出量は大部分の報告が減少をみとめ、一回拍出量の減少を心拍数で代償したとき心拍出量に変化がなく<sup>9)</sup>、時に心拍出量が増加することがある<sup>10,11)</sup>。左室機能は経食道心エコー図による研究で、気腹圧が15 mmHgでも良好に保たれるとされる<sup>12)</sup>。

気腹開始の10分以後にはPaCO<sub>2</sub>の上昇が起こる

が、通常気腹圧ではPaCO<sub>2</sub>の上昇は10 mmHg程度であり、PaCO<sub>2</sub>の変化だけでは循環への影響は少ない。

以上のような気腹に伴う循環変化は、つぎのような多くの因子により影響される。

1. 気腹圧: 気腹圧が高くなるほど、循環機能は抑制される。特に20 mmHg以上の腹腔内圧では、心拍出量の減少が大きく血圧の低下が起こることがある<sup>13,14)</sup>。

2. 麻酔法: ハロタン麻酔では不整脈が発生しやすい<sup>15)</sup>。自発呼吸ではPaCO<sub>2</sub>の上昇が著しくなるので、筋弛緩薬を用いた調節換気とする。イソフルランやセボフルランを使用し、調節換気を行う限り不整脈は頻脈以外はまれである。バックギングは腹腔内圧を極度に上昇させ、循環抑制の増強やガス塞栓症の危険があるので十分に筋弛緩を得るのがよい。硬膜外麻酔の併用は交感神経興奮、ホルモン変化を少なくし、循環変動を少なくすることができる。

3. 体位: 頭高位では循環抑制が強くなる<sup>16)</sup>。血圧を確認しつつ、徐々に体位を変換させる。

4. 循環血液量(輸液と貧血): 循環血液量が減少しているとき、例えば腹部外傷で診断のための腹腔鏡や、子宮外妊娠破裂での腹腔鏡で気腹を行うと、強い循環抑制がおきやすい。一例をあげると、気腹のみでは一回拍出量は20%減少するが、中等度の出血があると一回拍出量は45%減少すると報告されている<sup>6)</sup>。

5. 気道内圧とくに終末呼気陽圧(PEEP): 10~15 mmHgの腹腔内圧に5~8 cmH<sub>2</sub>Oの比較的低いPEEPを加えても、心拍出量などの減少が著しくなる<sup>17-19)</sup>。

6. 術前合併症: 心疾患; 心循環予備能が少ない患者では、10~15 mmHg以上の気腹は行わな

いことにするのがよい。

7. 年齢：高齢者や小児では同じ気腹圧であっても循環抑制が強い<sup>20)</sup>。

8. 術中合併症：大出血やガス塞栓症は致死的原因となるので、発生に注意しておく。

### 3) 臓器血流

気腹圧は下大静脈圧を上昇させ、腎静脈圧の上昇がみられる。40 mmHg もの高い気腹圧では腎血流量や糸球体濾過率が低下するが、低い気腹圧では変化が小さい。従って、低い気腹圧でもみられる尿量減少の機序は、まだ不明である。門脈血流は減少するが、肝動脈血流は保存される<sup>21-23)</sup>。脳血流は PaCO<sub>2</sub> 上昇から増加し、脳圧の亢進がみられることがある。

### 4) モニタリング

気腹時、特に気腹開始時には循環変動に注意し、自動血圧計で1-2分毎に血圧を測定する。術前に心肺合併症を有する患者では、観血的血圧モニターとする。心電図、PETCO<sub>2</sub>、SpO<sub>2</sub>を頻回に観察する。これらのモニターは気腹による影響だけでなく、気腹針による血管損傷と大出血、気腹ガスによるガス塞栓症の早期発見のためにも有用であり、その他テレビ画面、気道内圧などのモニター監視が大事である。

### 5) 循環抑制に対する処置

気腹術による循環抑制が強いときは、輸液、ニトログリセリン、ドブタミンやドパミンの投与、高い気腹圧を避ける、気腹圧も低下させるなどの処置を取る。

## 文 献

- 謝 宗安, 片桐 淳, 山田倫子ほか：腹腔鏡下胆嚢摘出術の麻酔511例の検討。臨床麻酔 19: 31, 1995
- Safran D, Sgambati S, Orlando R: Laparoscopy in high-risk cardiac patients. Surg Gynecol Obstet 76: 548, 1993
- Feig BW, Berger DH, Dougherty TB et al: Pharmacologic intervention can reestablish baseline hemodynamic parameters during laparoscopy. Surgery 116: 733, 1994
- Aho M, Scheinin M, Lehtinen AM et al: Intramuscularly administered dexmedetomidine attenuates hemodynamic and stress hormone responses to gynecologic laparoscopy. Anesth Analg 75: 932, 1992
- Solis Herruzo, Castellano G, Morillas JD et al: Plasma arginine vasopressin concentration during laparoscopy. Hepato-gastroenterol 36: 499, 1989
- Ho HS, Saunders CJ, Corso FA et al: The effects of CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum on hemodynamics in hemorrhaged animals. Surgery 114: 381, 1993
- Ho HS, Gunther RA, Wolfe BM: Intraperitoneal carbon dioxide insufflation and cardiopulmonary functions. Arch Surg 127: 928, 1992
- Shifren JL, Adlestein L, Finkler NJ: Asystolic cardiac arrest: A rare complication of laparoscopy. Obstet Gynecol 79: 840, 1992
- Johannsen G, Andersen M, Juhol B: The effect of general anaesthesia of the hemodynamic events during laparoscopy with CO<sub>2</sub> insufflation. Acta Anaesthe Scand 33: 132, 1989
- Marshall RL, Jebson JR, Davie IT et al: Circulation effects of carbon dioxide insufflation of the peritoneal cavity for laparoscopy. Brit J Anaesth 44: 680, 1972
- Kelman GR, Swapp GH, Benzie SR et al: Cardiac output and arterial blood gas tension during laparoscopy. Brit J Anaesth 44: 1155, 1972
- Windberger U, Siegl H, Woisetschlager R et al: Hemodynamic changes during prolonged laparoscopic surgery. Eur Surg Res 26: 1, 1994
- Cunningham AJ, Turner J, Rosenbaum S et al: Transoesophageal echocardiographic assessment of haemodynamic function during laparoscopic cholecystectomy. Brit J Anaesth 70: 621, 1993
- Ivankovich AD, Miletich DJ, Albrecht RF et al: Cardiovascular effects of intraperitoneal insufflation with carbon dioxide and nitrous oxide in the dog. Anesthesiology 42: 281, 1975
- Harris MNE, Planterin OM, Crowther A: cardiac arrhythmias during anaesthesia for laparoscopy. Brit J Anaesth: 1213, 1984
- Joris JL, Noirot DP, Legrand MJ et al: Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. Anesth Analg 76: 1067, 1993
- Luz CM, Polarz H, Bohrer H et al: Hemodynamic and respiratory effects of pneumoperitoneum and PEEP during laparoscopic pelvic lymphadenectomy in dogs. Surg Encosc 8: 25, 1994
- Moffa SM, Quinn JV, Slotman GJ: Hemodynamic effects of carbondioxide pneumoperitoneum during mechanical ventilation and positive end-expiratory pressure. J Trauma 35: 613, 1993
- Woolley DS, Puglisi RN, Bilgrami S et al: Comparison of the hemodynamic effects of gasless abdominal distention and CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum during incremental positive end-expiratory pressure. J Surg Res 58: 75, 1995
- Liem T, Applebaum H, Herzberger B: Hemodynamic and ventilatory effects of abdominal CO<sub>2</sub> insufflation at various pressure in the young swine. J Pediat Surg 29: 966, 1994
- Caldwell CB, Ricotta J: Changes in visceral blood flow with elevated intraabdominal pressure. J Surg Res 43: 14, 1987
- Ishizaki Y, Bandai Y, Shimomura K et al: Safe intraabdominal pressure of carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic surgery. Surgery 114: 549, 1993
- Harman PK, Kron IL, McLachlan HD: Elevated intraabdominal pressure and renal function. Ann Surg 196: 594, 1992