

· 文献综述 ·

CO₂ 气腹及无气腹腹腔镜手术对心肺功能及应激的影响

孙建萍 综述 伍冀湘 审校

(首都医科大学附属北京安贞医院 SICU, 北京 100029)

中图分类号: R656; R54; R56

文献标识: A

文章编号: 1009-6604(2009)10-0951-03

腹腔镜手术以其创伤小、痛苦轻、恢复快、疗效可靠等优点在临床应用中不断发展。腹腔镜手术过程中需要充入 CO₂ 来建立气腹, 为术者提供相对宽阔的视野和易于操作的手术环境。腹腔镜设备的不断更新和技术的不断提高, 腹腔镜手术范围得以不断扩大, 操作越来越复杂, 手术时间也越来越长, CO₂ 气腹对机体影响引起人们的重视。近几年开展的无气腹腹腔镜技术, 去除 CO₂ 气腹对机体的影响, 将传统开腹手术与腹腔镜技术相结合, 适应证进一步拓宽且更加安全。现将 CO₂ 气腹腹腔镜手术及无气腹腹腔镜手术对机体的不同影响综述如下。

1 对心脏的影响

CO₂ 气腹对循环系统的影响, 主要与腹内压 (intra-abdominal pressure, IAP) 升高影响静脉回流从而影响回心血流 (前负荷), 以及高碳酸血症引起交感兴奋儿茶酚胺释放、肾素-血管紧张素系统激活、血管加压素释放导致血管阻力 (后负荷) 增加有关。主要表现为心排血量、心率、动脉血压等指标的变化, 但各研究报道结果不尽相同。Larsen 等^[1] 将 50 例胆囊切除手术随机分为气腹或无气腹组行腹腔镜手术进行临床对照研究, Joshi 等^[2] 应用经食管超声心动图对 20 例腹腔镜胆囊切除手术进行术中监测, 结果均表明, CO₂ 气腹增加心脏前后负荷, 降低心脏活动, 但并不影响心脏排血量, 代表左室功能的心脏指数 (cardiac index, CI) 基本保持不变。Andersson 等^[3] 将 20 名腹腔镜胆囊切除手术患者随机分成 CO₂ 气腹组和腹壁悬吊组进行对照研究, 气腹形成后, 中心静脉压 (central venous pressure, CVP)、肺毛细血管楔压 (pulmonary capillary wedge pressure, PCWP) 及平均肺动脉压 (mean pulmonary arterial pressure, MPAP) 升高, 平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP) 和外周血管阻力 (systemic vascular resistance, SVR) 升高显著, 而心率 (heart rate, HR)、CI 和每搏排血量 (stroke volume, SV) 不受影响。在

腹壁悬吊组, CI 和 SV 有一定的增加, 而 SVR 未见增加。但也有些研究表明, CO₂ 气腹可引起心排血量 (cardiac output, CO) 或 CI 的明显下降^[4,5]。表明在 CO₂ 气腹腹腔镜中, 血流动力学受到抑制, 而无气腹腹腔镜在整个手术过程中, 血流动力学均保持稳定^[6]。CO₂ 气腹对心脏的影响程度与气腹压力大小密切相关。动物模型研究表明^[7], 5~7 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa) 气腹压力对心排血量无明显影响, 而 15 mm Hg 气腹压力则引起心排血量明显降低。有学者认为 IAP 为 20 mm Hg 对心脏的影响特别大^[5]。

Uemura 等^[8] 的临床对照研究表明, 气腹使患者室性或室上性心律失常的发生率以及按照劳恩分级的心律失常的严重程度增高, 并认为这种改变是由于腹内压升高引起副交感神经抑制和交感神经兴奋所致。但是在腹壁悬吊组, 术中自主神经兴奋性的改变就会小很多, 且对血流动力学的影响也较气腹组小。另外, 腹膜扩张可能会诱发血管迷走神经反射, 出现心跳骤停。有多例报道^[9,10] 连续硬膜外麻醉下腹腔镜手术患者虽既往无心肺疾病史, 术前检查心肺皆未发现异常, CO₂ 气腹后出现心跳骤停。

CO₂ 气腹增加心脏后负荷, 增加心肌耗氧量; 膈肌抬高引起心脏舒张障碍, 胸腔内压升高, 静脉回心血量下降, 心排血量降低及心肌冠状动脉供血减少, 成为心肌缺血缺氧的潜在危险因素。

在健康人中, 气腹并不影响心排血量及有效血流量。但是在心功能不全患者, 气腹对其的影响明显高于正常人。一般来说, 心功能属于 I~II 级的患者, 能耐受气腹, 但气腹压必须降低, 手术中严密监测心脏功能变化, 如出现轻度变化, 应注意观察, 及时调整, 以防止发生严重的心脏并发症。如出现严重的心脏功能变化, 应及时转开腹, 或者停止手术。另一方面, 也可考虑使用无气腹腹腔镜手术。而对于心功能不全或 ASA III~IV 级的患者行腹腔镜手术, 手术前做好充分的评估, 考虑选用对血流动

力学无明显影响的无气腹腔镜手术,以确保患者术中血流动力学的稳定^[6,11]。

2 对呼吸系统的影响

由于 CO_2 的高度可溶性以及腹腔、血液之间的压力梯度,气腹形成时 CO_2 被人体大量吸收,造成动脉血 CO_2 分压 (PaCO_2) 升高和 pH 值下降,刺激外周和中枢感受器使肺通气量增加。但由于气腹增加腹腔内压力,压力通过膈肌向胸腔传递,使膈顶上移,胸腔体积缩小,胸内压升高,胸廓活动和肺膨胀受限,造成肺顺应性下降,潮气量和肺泡通气量减少,气道压升高,出现限制性通气功能障碍^[12,13]。表现为呼气末 CO_2 分压 ($\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$) 或 PaCO_2 明显升高,生理性死腔增加和通气-灌注比 (V/Q) 失调,可发生肺不张。气腹压力越高,变化越明显^[14]。在动物实验中,也有相似结论,即 CO_2 气腹导致了显著的 CO_2 经腹膜吸收,从而造成高碳酸血症^[15]。

正常情况下,机体的 CO_2 生成和排出处于动态平衡之中,血液和组织中的 CO_2 含量处于一个动态平衡的水平,即 CO_2 稳态。正常机体在气腹时吸收的多余 CO_2 可以通过肺的气体交换顺利排出,保持 CO_2 稳态不被破坏。多数研究表明,随着气腹的进行,会出现 PaCO_2 升高、pH 值下降、肺泡动脉氧分压差 ($\text{P}_{\text{A-a}}\text{O}_2$) 及动静脉 CO_2 分压差 ($\text{P}_{\text{a-v}}\text{CO}_2$) 增大等变化,但也有上述指标变化不显著或相反的报道^[16],可能与不同的研究对象、方法、进程、手段等有关。综合考虑,是否出现持续高碳酸血症以及一系列酸碱平衡变化取决于气腹压高低、持续时间、机械通气情况及自身机体代偿能力。故在腹腔镜手术中,正常人体生理代偿机制一般足以抵抗高碳酸血症及气腹对呼吸功能的影响。但是对原先存在呼吸功能不全的病人,建立气腹后,易产生 CO_2 潴留、高碳酸血症及酸中毒,加重原有的呼吸功能障碍。故有报道建议呼吸功能不全的患者应慎行腹腔镜手术^[17]。对于此类患者,在硬膜外麻醉结合非气腹腹腔镜行胆囊切除手术有临床试验证明是安全可靠的^[18]。在探讨腹腔镜手术中建立的 CO_2 气腹对慢性肺功能不全免肺功能的影响和损伤机制的实验研究中^[19],研究者将 50 只大耳白兔分为正常对照组、实验对照组、10 mm Hg 气腹实验组及 15 mm Hg 气腹实验 4 组,通过脉冲振荡法检测各组肺功能(呼吸总阻力、中心阻力、总气道阻力)指标,结果显示,与气腹前相比,不同压力 CO_2 气腹作用后的各时间点,监测指标均有显著变化。表明在 CO_2 气腹条件下,慢性肺功能不全机体易发生肺通气障碍、顺应性降低,导致肺功能不全加重,且气腹压力越高,损伤越显著。气腹与无气腹腹腔镜胆囊切除手术^[20]及结肠手术^[21]的临床研究表明,在 CO_2 气腹组,气道峰压增高, PaCO_2 增高,动脉血 pH 值显著下降,然

而在腹腔镜悬吊组中,肺通气功能的恶化程度却较气腹组明显降低。由此得出结论,腹壁悬吊法会为合并心肺疾患的高危病人带来益处。

在腹腔镜直肠癌手术气腹对患者呼吸功能影响的研究中,李锋等^[22]将 40 例择期手术患者随机分为腹腔镜组和开腹组行直肠癌根治术,术中测定或计算出动静脉血气结果、气道峰压 (peak inspiratory pressure, PIP)、动态肺顺应性 (compliance dynamic, Cd) 及肺内分流率 (Q_s/Q_T)。结果显示:腹腔镜组患者气腹后各时间点的 PIP、 Q_s/Q_T 和 PaCO_2 与气腹前和开腹组同一时点相比明显升高,而 Cd、动脉血 pH 值明显低于开腹组;放气后 Q_s/Q_T 与开腹组比较仍显著升高, PaCO_2 和 pH 值恢复正常范围但与开腹组比较仍有差异。得出结论:腹腔镜直肠癌根治术气腹对患者呼吸功能会产生一定的影响,需要加强呼吸管理,监测血气。与此结果不同的是,Andersson 等^[3]采用多种惰性气体技术直接测出头高位腹腔镜胆囊切除术中建立气腹使肺内分流短暂减少,而术中渐恢复至气腹前水平。而陈琦等^[23]利用血气等结果和分流公式测算出腹腔镜胆囊切除手术中虽然 PaCO_2 升高,但 PaO_2 和 Q_s/Q_T 没有改变。总结这些临床试验结果的矛盾,可能是因为 Q_s/Q_T 的增减与心排血量、混合静脉血氧分压 (PvO_2)、混合静脉血氧饱和度 (SvO_2) 的变化和特殊的体位等多种影响因素有关,具体变化机制还有待进一步的研究揭示。

3 对机体应激反应的影响

作为创伤和术后的应激激素,促肾上腺皮质激素 (adrenocorticotrophic hormone, ACTH)、皮质醇、儿茶酚胺、C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 及白细胞介素 6 (interleukin-6, IL-6) 等,在介导应激反应中起关键作用,其变化量与损伤的严重程度密切相关。此类激素在开腹手术及腹腔镜手术后均有升高,以开腹手术更为显著,此观点已经得到了认同,并且得出了在对机体的应激反应及代谢方面的影响上,腹腔镜手术明显小于开腹手术的结论^[24]。

Larsen 等^[25]研究认为,腹腔镜手术中的应激刺激主要来自 CO_2 气腹。腹腔镜手术虽然切口微小,但其创伤仍会刺激机体的应激反应系统,信号通过脊髓外侧丘脑束传导至大脑皮质,到达下丘脑-垂体-肾上腺轴 (hypothalamus-pituitary-adrenal, HPA)。同时 CO_2 气腹引起的腹腔内压力升高和 CO_2 吸收入血导致的高碳酸血症也会对机体产生不良刺激,导致交感神经-肾上腺髓质系统兴奋,肾上腺髓质和交感神经末梢释放儿茶酚胺,启动应激反应,同时激活 HPA,相关激素如促肾上腺皮质激素释放因子 (corticotropin releasing factor, CRF) 和 ACTH 分泌增加,促进糖皮质激素分泌。

在气腹腹腔镜手术与腹壁悬吊腹腔镜手术的比较中,以胆囊切除手术为例,Uen 等^[20]测定 24 小时尿中应激激素如儿茶酚胺等的降解产物及血清中 IL-6、CRP 以及补体 C₃ 的含量,并没有发现在气腹组与腹壁悬吊组之间存在差别。在腹腔镜结肠手术中,Schulze 等^[21]在气腹及腹壁悬吊间未发现 IL-6 及 CRP 的水平存在差别。正如大多数研究结果,外科应激反应在气腹与腹壁悬吊的手术中并无差别,穿过腹壁的悬吊装置造成的腹壁损伤不会导致更严重的外科应激反应的发生,故由腹壁悬吊手术替代气腹行腹腔镜手术,不会改变机体的应激反应。2008 年韩传宝等^[26]的研究表明,与 CO₂ 气腹相比,悬吊式腹腔镜术中的应激激素水平明显低于 CO₂ 气腹手术,降低了术中应激反应水平,更有利于病人呼吸和循环功能的稳定。

综上所述:无气腹腹腔镜手术使用腹壁悬吊及其他装置创造手术空间,因其无需腹腔充气而避免了 CO₂ 气体对人体可能造成的危害。因此,气腹腹腔镜手术的应用价值首先表现在有腹腔镜手术指征,而存在心肺功能障碍、具有特定基础疾病的患者,仍能实施已成熟、定型的腹腔镜手术。而且有学者认为,无气腹与气腹腹腔镜手术相比,前者降低了住院费用,这主要得益于在无气腹腹腔镜手术中那些可反复使用的手术器械的应用。但是,在应用无气腹技术的同时,一定要充分认识到无气腹腹腔镜手术的一些局限性,才能客观、科学地评价其作用,并做出正确的选择,进而发挥其独特的优越性。

参考文献

- Larsen JF, Svendsen FM, Pedersen V. Randomized clinical trial of the effect of pneumoperitoneum on cardiac function and hemodynamic during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg*, 2004, 91(7):848-852.
- Joshi GP, Hein HA, Mascarenhas WL, et al. Continuous transesophageal echo-Doppler assessment of hemodynamic function during laparoscopic cholecystectomy. *Clin Anesth*, 2005, 17(2):117-121.
- Andersson L, Lindberg G, Bringman S, et al. Pneumoperitoneum versus abdominal wall lift: effects on central haemodynamics and intrathoracic pressure during laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2003, 47(7):838-846.
- Alijani A, Hanna GB, Cuschieri A. Abdominal wall lift versus positive-pressure pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy: randomized controlled trial. *Ann Surg*, 2004, 239(3):388-394.
- Mertens zur Borg IR, Lim A, Verbrugge SJ, et al. Effect of intraabdominal pressure elevation and positioning on hemodynamic responses during carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic donor nephrectomy: a prospective controlled clinical study. *Surg Endosc*, 2004, 18(6):919-923.
- 刘斌, 黄世锋, 唐建荣. 无气腹与传统腹腔镜胆囊切除术血流动力学的比较. 医学临床研究, 2008, 25(4):661-663.
- Perry Y, Reissman P, Blumental M, et al. Pressure related hemodynamics effects of CO₂ pneumoperitoneum in a model of acute cardiac failure. *Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2003, 13(6):341-345.
- Uemura N, Nomura M, Inoue S, et al. Changes in hemodynamics and autonomic nervous activity in patient undergoing laparoscopic cholecystectomy: differences between the pneumoperitoneum and abdominal wall-lifting method. *Endoscopy*, 2002, 34(8):643-651.
- 牛爱菊, 鲁玮, 周克水. 腹腔镜手术 CO₂ 气腹致心脏骤停 1 例. *腹腔镜外科杂志*, 2003, 8(2):115-116.
- 熊琴. 二氧化碳气腹致心脏骤停 1 例. *腹腔镜外科杂志*, 2005, 10(4):239-240.
- 尹善德, 王嵩明. CO₂ 气腹及体位对机体循环系统血液动力学的影响. *中国微创外科杂志*, 2005, 5(11):968-969.
- 冯梅. 二氧化碳气腹对围术期呼吸功能的影响. *微创医学*, 2007, 2(3):214-216.
- 王琛, 李徐生. 腹腔镜胆囊切除术中气腹对呼吸系统功能的影响. *腹腔镜外科杂志*, 2006, 11(3):245-246.
- 唐时荣, 邹清远, 余雷. 二氧化碳气腹不同压力对呼吸、循环、血气参数的影响. *中华麻醉学杂志*, 1996, 16(6):272-273.
- Ho HS, Gunther RA, Wolfe BM. Intraperitoneal carbon dioxide insufflation and cardiopulmonary functions. *Laparoscopic cholecystectomy in pigs. Arch Surg*, 1992, 127:928-932.
- Nguyen NT, Anderson JT, Budd M, et al. Effects of pneumoperitoneum on intraoperative pulmonary mechanics and gas exchange during laparoscopic gastric bypass. *Surg Endosc*, 2004, 18(1):64-68.
- 谷阔, 孙世波. 腹腔镜手术 CO₂ 气腹对患者围术期呼吸功能影响的研究进展. *腹腔镜外科杂志*, 2005, 10(2):120-122.
- 田斌斌, 毛跃, 江涛. 肺功能障碍患者非气腹腹腔镜胆囊切除术. *中国微创外科杂志*, 2007, 7(2):106-107.
- 晋云, 陈训如. CO₂ 气腹对慢性肺功能不全免肺功能影响的实验研究. *中国微创外科杂志*, 2004, 4(3):260-262.
- Uen YH, Liang AI, Lee HH. Randomized comparison of conventional carbon dioxide insufflation and abdominal wall lifting for laparoscopic cholecystectomy. *Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2002, 12(1):7-14.
- Schulze S, Lyng KM, Bugge K, et al. Cardiovascular and respiratory changes and convalescence in laparoscopic colonic surgery: comparison between carbon dioxide pneumoperitoneum and gasless laparoscopy. *Arch Surg*, 1999, 134:1112-1118.
- 李锋, 黄中华, 朱蔚琳. 腹腔镜直肠癌根治术气腹对呼吸功能的影响. *广西医科大学学报*, 2008, 25(2):253-255.
- 陈琦, 陶静茹, 尤新民, 等. 胆囊切除术中 PHC 对血流动力学、肺内分流和氧合的影响. *上海第二医科大学学报*, 2004, 24(11):952-954.
- 田文, 李荣. 结直肠癌腹腔镜切除术对机体应激反应影响的临床研究. *中国普外基础与临床杂志*, 2004, 11(3):204-205.
- Larsen JF, Ejstrup P, Svendsen F, et al. Systemic response in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy using gasless or carbon dioxide pneumoperitoneum: a randomized study. *Gastrointest Surg*, 2002, 6(4):5822-5861.
- 韩传宝, 钱燕宁, 刘华, 等. 悬吊式与气腹腹腔镜手术对机体应激反应的影响. *中国实用妇科与产科杂志*, 2008, 24(4):282-284.

(收稿日期:2008-12-29)

(修回日期:2009-02-24)

(责任编辑:王惠群)