

· 临床研究 ·

等比通气对腹腔镜子宫切除术中喉罩通气的影响

张超凡 田丹丹 刘洋 张禄凤 史心宇 王洁 艾艳秋

【摘要】 目的 观察腹腔镜子宫切除术中使用等比通气(equal ratio ventilation, ERV)模式对患者呼吸力学、血流动力学和喉罩通气的影响。**方法** 择期行腹腔镜子宫切除术女性患者 80 例,年龄 29~63 岁, BMI 20~30 kg/m², ASA I 或 II 级。按随机数字表法分为 ERV 组(E 组)和常规通气(conventional ratio ventilation, CRV)组(C 组), 每组 40 例。常规静脉麻醉诱导后置入喉罩行机械通气, E 组 I:E 1:1; C 组 I:E 1:2。如果术中气道压力峰值(P_{peak})超过 35 cmH₂O 或者喉罩发生严重漏气(不能达到设置 V_T 的 80%), 则将喉罩更换为气管插管。在麻醉诱导后 10 min(T₀)、气腹后 30 min(T₁)、气腹后 60 min(T₂)、关闭气腹后 10 min(T₃)时记录 P_{peak}、气道平台压力(P_{plat})、气道平均压力(P_{mean})、P_{ET}CO₂和分钟通气量(MV)等呼吸力学指标;记录酸碱度(pH)、中心静脉氧分压(P_{cvo}2)、中心静脉二氧化碳分压(P_{cvc}2)等中心静脉血气分析指标;记录 HR、MAP、心输出量(CO)、心脏指数(CI)、每搏量(SV)、每搏量变异(SVV)等血流动力学指标。记录反流误吸、咽喉痛、喉罩带血、更换气管插管等气道并发症的发生情况。**结果** T₁—T₂ 时 E 组 P_{peak}、P_{plat} 明显低于 C 组(P<0.05), P_{mean} 明显高于 C 组(P<0.05)。不同时点两组 P_{cvo}2、CO 差异无统计学意义。两组均无一例反流误吸。两组咽喉痛、喉罩带血发生率差异无统计学意义。E 组更换气管导管发生率明显低于 C 组(P<0.05)。**结论** 在腹腔镜子宫切除术中使用 ERV 对 CO 无明显影响并可降低 P_{peak}, 减少喉罩漏气的发生;但在改善患者 P_{cvo}2 方面未见明显效果。

【关键词】 等比通气;喉罩;腹腔镜子宫切除术

Effect of equal ratio ventilation on laryngeal mask ventilation during laparoscopic hysterectomy

ZHANG Chaofan, TIAN Dandan, LIU Yang, ZHANG Lufeng, SHI Xinyu, WANG Jie, AI Yanqiu. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

Corresponding author: AI Yanqiu, Email: aiyanqiu82@163.com

【Abstract】 Objective To observe the effects of equal ratio ventilation (ERV) on laryngeal mask ventilation and respiratory mechanics and hemodynamics during laparoscopic hysterectomy. **Methods** Eighty female patients, with a aged 29–63 years, BMI 20–30 kg/m², falling into ASA physical status I or II category, scheduled for elective laparoscopic hysterectomy were randomly divided into the ERV group (group E) and the conventional ratio ventilation (CRV) group (group C) according to the method of random number table, 40 cases of each group. After general anesthesia induction, implantation of laryngeal mask as well as mechanical ventilation were performed. After pneumoperitoneum, the I:E ratio of the group E was 1:1, and the group C was 1:2. If the intraoperative peak airway pressure (P_{peak}) exceeded 35 cmH₂O or the throat mask was severely leaking (not 80% of the set V_T), the mask was replaced with an endotracheal tube. At 10 min (T₀) after induction of anesthesia, 30 min (T₁) after pneumoperitoneum, 60 min (T₂) after pneumoperitoneum, and 10 min (T₃) after pneumoperitoneum was closed, the following indicators were recorded: respiratory indicators including P_{peak}, platform airway pressure (P_{plat}), mean airway pressure (P_{mean}), Minute ventilation (MV) and end-tidal carbon dioxide partial pressure (P_{ET}CO₂); central venous blood gas analysis such as pH, oxygen partial pressure (P_{cvo}2), and carbon dioxide partial pressure (P_{cvc}2); hemodynamic indicators including HR, MAP, cardiac output (CO), cardiac index (CI), stroke volume (SV), stroke volume variation (SVV); airway complications such as reflux aspiration, sore throat, laryngeal mask with blood, replacement of trachea intubation were recorded. **Results** At T₁ and T₂, the P_{peak} and P_{plat} of group E was significantly lower than that of group C (P<

DOI:10.12089/jca.2020.01.005

基金项目:河南省科技厅科技攻关项目(182102310253)

作者单位:450001 郑州市,郑州大学第一附属医院麻醉科

通信作者:艾艳秋, Email: aiyanqiu82@163.com

0.05), the Pmean of group E was significantly higher than that of group C ($P < 0.05$). There was no significant difference in PcvO₂ and CO between the two groups. There was no case of reflux aspiration in both groups. There was no significant difference in the incidence of throat pain and laryngeal mask bleeding between the two groups. The incidence of tracheal intubation replacement in group E was significantly lower than that in group C ($P < 0.05$). **Conclusion** During laparoscopic hysterectomy, ERV not only had no significant effect on CO, but also reduced Ppeak and laryngeal mask leakage. Nevertheless, our results did not support ERV use solely for improving PcvO₂.

【Key words】 Equal ratio ventilation; Laryngeal mask; Laparoscopic hysterectomy

腹腔镜子宫切除术因具有创伤小、住院时间短等优点,近年来已经逐步取代了传统开腹手术^[1]。喉罩用于腹腔镜手术可以减轻气道刺激,减少气道并发症的发生^[2]。腹腔镜子宫切除术要求合并使用 CO₂ 气腹以及 Trendelenburg 位来获取更佳手术视野,这两种措施会对喉罩通气带来不利影响^[3-4]。等比通气(equal ratio ventilation, ERV)是一种肺保护通气策略,通过延长吸气时间,保持较高的平均气道压(Pmean),防止肺泡萎陷,改善患者氧合作用^[5]。本研究目的为观察腹腔镜子宫切除术中使用 ERV 对患者呼吸力学、血流动力学以及喉罩通气的影响。

资料与方法

一般资料 本研究经郑州大学第一附属医院伦理委员会批准(2018-KY-87),患者或其家属签署知情同意书。选择 2018 年 10 月至 2019 年 4 月拟接受择期腹腔镜子宫切除术患者,年龄 18~65 岁, BMI 20~30 kg/m², ASA I 或 II 级。排除标准:左心室射血分数<50%的心血管疾病,慢性阻塞性肺疾病,哮喘,存在困难气道。将所有患者按随机数字表法分为 ERV 组(E 组)和常规通气(conventional ratio ventilation, CRV)组(C 组)。

麻醉方法 所有患者术前禁食 12 h 禁饮 6 h。患者入手术室后应用 LiDCO-rapid 指套、袖带建立无创血压监测(continuous noninvasive arterial blood pressure measurement, CNAP)。麻醉诱导:丙泊酚 2~3 mg/kg、舒芬太尼 0.4 μg/kg 和顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg,诱导后 3 min 由同一位高年资麻醉科医师采用抽气反转法置入 3 号或 4 号双腔直型喉罩(LMA4030P2)。喉罩置入成功后连接麻醉机,使用容量控制模式控制呼吸,RR 12 次/分, I:E 1:2,吸入氧气复合空气,氧流量 1 L/min,空气流量 1 L/min,不使用 PEEP,按照理想体重设置 V_T 8 ml/kg,计算理想体重:体重(kg) = 身高 - 105 - 2.5^[6]。术中维持泵注丙泊酚 4~12 mg·kg⁻¹·h⁻¹、瑞芬太尼 0.1~0.3 μg·kg⁻¹·min⁻¹,调整麻醉深度

以保持 BIS 40~60。间断静脉推注顺式阿曲库铵维持肌松。开始建立气腹时 E 组 I:E 调整为 1:1, C 组 I:E 1:2 保持不变。术中根据手术需求维持人工气腹压力为 15 mmHg,开气腹后立即将患者置于 Trendelenburg 位。调整 RR 维持 P_{ET}CO₂ 30~45 mmHg。如果术中气道压力峰值(Ppeak)超过 35 cmH₂O 或者喉罩发生严重漏气(不能达到设置 V_T 80%),则将喉罩更换为气管插管。根据手术需求关闭人工气腹后立即恢复正常体位, E 组 I:E 调整为 1:2。

观察指标 记录麻醉诱导后 10 min(T₀)、气腹后 30 min(T₁)、气腹后 60 min(T₂)、关闭气腹后 10 min(T₃)时 Ppeak、气道平台压力(Pplat)、气道平均压力(Pmean)、P_{ET}CO₂ 和分钟通气量(MV)等呼吸力学指标。于同时点从中心静脉血气分析结果记录患者中心静脉血 pH、中心静脉血氧分压(PcvO₂)、中心静脉二氧化碳分压(PcvCO₂)等氧合指标。记录同时点 HR、MAP、心输出量(CO)、心脏指数(CI)、每搏量(SV)、每搏量变异(SVV)等血流动力学指标。记录手术时间、术中输注液体量、失血量、尿量、麻黄碱总用量、术后住院时间。记录反流误吸、咽喉痛、喉罩带血、更换为气管插管等气道并发症发生情况。麻醉科医师知晓患者分组情况并记录术中相关数据。患者、妇科医师和随访人员对分组情况不知情。

统计分析 采用 SPSS 25.0 软件行统计学分析。根据先前的 ERV 的研究,假设本研究检测 3 cmH₂O 的差异,假设检验水准 0.05,检验效能 0.8,每组至少需要 31 例患者。考虑到术中可能更换气管插管或患者可能失访,本研究每组实际纳入 40 例患者。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,偏态分布计量资料以中位数(M)和四分位数间距(IQR)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数和百分比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 80 例患者。其中 C 组有 4 例患

者因喉罩漏气更换为气管插管。两组患者年龄、身高、体重、ASA 分级、手术时间、术中输注液体量、失血量、尿量、麻黄碱用量和术后住院时间差异无统计学意义(表 1)。

表 1 两组患者一般情况和围术期情况的比较

指标	E 组 (n=40)	C 组 (n=40)
年龄(岁)	47.5±6.5	48.4±6.7
身高(cm)	160.4±5.5	160.2±5.4
体重(kg)	63.9±7.2	62.2±6.9
BMI(kg/m ²)	24.8±2.6	24.2±2.2
ASA I/II 级(例)	16/24	22/18
手术时间(min)	119.4±63.3	131.4±62.2
术中输注液体量(ml)	1 650.0±594.0	1 678.3±585.1
失血量(ml)	62.3±42.5	70.5±43.5
尿量(ml)	277.7±226.4	294.2±188.2
麻黄碱用量(mg)	6.0(0.0~6.0)	6.0(0.0~9.8)
术后住院时间(d)	6.7±3.3	6.7±2.8

T₁—T₂ 时 E 组 P_{peak}、P_{flat} 明显低于 C 组 ($P < 0.05$), P_{mean} 明显高于 C 组 ($P < 0.05$)。两组间不同时点 P_{ET}CO₂、MV、pH、P_{cv}O₂、P_{cv}CO₂ 差异无统

计学意义(表 2)。

与 T₀ 时比较, T₁—T₂ 时两组 HR 明显减慢 ($P < 0.05$), MAP、CO、CI、SV 明显降低 ($P < 0.05$)。两组间不同时点 HR、MAP、CO、CI、SVV 差异无统计学意义(表 3)。

两组均无一例反流误吸。两组咽喉痛、喉罩带血发生率差异无统计学意义。

讨 论

本研究观察了腹腔镜子宫切除术中使用 ERV 对患者呼吸力学、血流动力学以及喉罩通气的影响。研究结果显示:与 CRV 比较,腹腔镜子宫切除术中使用 ERV 在升高 P_{mean} 的同时减低术中 P_{peak},减少喉罩漏气的发生,并且对 CO 无明显影响;但在提高患者 P_{cv}O₂、改善氧合作用方面没有明显效果。

ERV 最早用于急性呼吸窘迫综合征患者的治疗,通过增加 P_{mean} 的方式使塌陷的肺泡重新打开,改善患者氧合作用^[7]。在一项荟萃分析中,ERV 在干预后 60 min 可明显改善氧合,但在干预后 20 或 30 min 无明显效果^[8],因此本研究选取了气腹后 30、60 min 时作为观察 ERV 改善氧合效果的时点。有荟萃分析表明,在反映患者氧合作用方面, P_{cv}O₂ 对 PaO₂ 具有良好的负性预测价值^[9]。在尽可能的

表 2 两组患者不同时点呼吸力学与血气分析指标的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
P _{peak} (cmH ₂ O)	E 组	40	15.9±3.4	22.5±2.6 ^a	22.5±2.4 ^a	15.8±2.3
	C 组	36	15.5±3.7	24.6±3.4	24.9±3.2	16.0±2.8
P _{flat} (cmH ₂ O)	E 组	40	14.2±3.1	21.5±2.7 ^a	21.5±2.4 ^a	14.2±2.1
	C 组	36	13.7±4.1	22.6±4.5	23.2±3.8	14.0±2.4
P _{mean} (cmH ₂ O)	E 组	40	6.4±1.7	10.5±1.1 ^a	10.4±1.1 ^a	6.3±1.2
	C 组	36	6.4±1.9	8.2±1.4	8.2±1.2	6.3±1.5
P _{ET} CO ₂ (mmHg)	E 组	40	31.7±1.6	36.3±3.1	37.1±3.2	37.3±3.3
	C 组	36	31.6±1.9	37.8±3.6	37.8±3.6	37.0±2.3
MV (L/min)	E 组	40	5.4±0.5	5.8±0.5	5.9±0.5	5.9±0.6
	C 组	36	5.5±0.5	5.8±0.6	5.8±0.6	5.7±0.7
pH	E 组	40	7.33±0.03	7.29±0.04	7.28±0.04	7.25±0.03
	C 组	36	7.35±0.03	7.30±0.05	7.28±0.04	7.25±0.04
P _{cv} O ₂ (mmHg)	E 组	40	51.5±12.3	55.0±10.8	57.9±9.0	62.2±8.9
	C 组	36	51.6±17.3	55.2±12.0	57.6±11.0	60.2±10.5
P _{cv} CO ₂ (mmHg)	E 组	40	49.2±4.2	55.3±5.5	56.4±5.1	58.1±6.6
	C 组	36	47.3±6.1	54.9±7.4	55.1±6.6	57.1±6.7

注:与 C 组比较, ^a $P < 0.05$

表 3 两组患者不同时点血流动力学指标的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	分组	例数	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
HR	E 组	40	78.5±9.7	67.9±13.2 ^a	66.9±13.1 ^a	75.8±10.2
(次/分)	C 组	36	78.3±9.0	67.0±10.4 ^a	66.1±9.9 ^a	76.0±10.5
MAP	E 组	40	100.8±13.1	88.1±14.3 ^a	87.4±14.1 ^a	98.4±12.8
(mmHg)	C 组	36	98.2±12.9	86.3±14.2 ^a	85.1±14.2 ^a	95.7±13.6
CO	E 组	40	5.7±1.3	4.5±1.5 ^a	4.4±1.4 ^a	5.5±1.5
(L/min)	C 组	36	5.6±1.5	4.8±1.9 ^a	4.6±1.9 ^a	5.4±1.6
CI	E 组	40	3.2±0.8	2.6±0.8 ^a	2.5±0.8 ^a	3.1±0.8
(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	C 组	36	3.2±1.0	2.7±1.1 ^a	2.7±1.1 ^a	3.1±1.1
SV	E 组	40	73.5±17.6	67.2±20.0 ^a	66.2±19.9 ^a	71.7±16.3
(ml)	C 组	36	72.2±18.4	69.1±20.1 ^a	68.3±20.3 ^a	71.1±18.1
SVV	E 组	40	11.6±5.4	13.3±7.4	13.5±7.3	11.5±6.1
(%)	C 组	36	11.8±5.7	12.6±6.4	12.4±6.5	11.8±5.9

注:与 T₀ 比较,^aP < 0.05

表 4 两组患者气道并发症发生情况的比较[例(%)]

指标	例数	咽喉痛	喉罩带血
E 组	40	3(8)	4(10)
C 组	36	3(8)	3(8)

注:与 C 组比较,^aP<0.05

减少医疗费用以及满足研究目的前提下,本研究选取了中心静脉血进行氧合作用的分析。Lee 等^[10]提出,萎陷的肺泡在达到一定数量的时候,ERV 才能通过增加 P_{mean} 来改善氧合作用。本研究基于术中安全使用喉罩的考虑排除了慢性阻塞性肺疾病、哮喘以及存在困难气道的患者,这可能是本研究没有观察到 ERV 改善氧合作用的原因。

喉罩可以产生足够的通气量,具有使用简单,气道刺激小的优点,是腹腔镜手术的良好选择^[11]。Uppal 等^[12]研究表明,在 15~20 cmH₂O 中等气道压力的情况下,喉罩与气管导管比较在气体泄漏方面没有明显差异。然而,腹腔镜子宫切除术中 Trendelenburg 位会使气道压力升高,而增加 MV 来减轻 CO₂ 气腹影响的操作,会使气道压力进一步升高,进而可能带来喉罩泄漏甚至肺气压伤的风险^[13]。本研究 ERV,没有患者需更换气管插管,这可能是因为 ERV 降低了术中 P_{peak},从而降低了喉罩漏气和气压伤的风险。

Kim 等^[14]发现 ERV 可能通过增加胸腔内压力来减少静脉回流从而降低 CO。本研究使用的 LiDCO-rapid 设备相比肺动脉导管热稀释技术测量 CO 具有 73% 的良好互换率^[15]。研究发现 ERV 对 CO 无明显影响,可以安全使用于腹腔镜子宫切除术中。

本研究有一定的局限性:首先,由于手术时间的限制,ERV 的持续时间较短约为 60 min,有研究认为应用特定呼吸机模式改善氧合可能是时间依赖性的^[7],较长的手术时间可能产生不同的结果;其次,因为对于截石位 BMI ≥ 34.2 kg/m²,应谨慎进行喉罩通气^[13],本研究排除了患有肥胖症或术前肺功能障碍的患者,ERV 肥胖人群的可行性需要进一步研究;最后,入选本研究的 80 例患者只有 4 例患者因喉罩漏气更换气管插管,ERV 在减少了喉罩漏气作用的研究可能需要大样本、多中心的研究。

综上所述,与 CRV 模式比较,使用 ERV 模式对 CO 无明显影响,可安全用于腹腔镜子宫切除术中喉罩通气,并且可以降低 P_{peak},减少喉罩漏气的发生;但在提高患者 P_{cvO₂}、改善氧合作用方面无明显效果。

参 考 文 献

- [1] 赵燕峰,赵健舒,张清,等. 静脉输注利多卡因对腹腔镜全子宫切除术患者镇痛效果的影响. 临床麻醉学杂志, 2017,

- 12 (33): 1159-1162.
- [2] Sabuncu U, Kusderci HS, Oterkus M, et al. Auragain and i-gel laryngeal masks in general anesthesia for laparoscopic cholecystectomy. Performance characteristics and effects on hemodynamics. Saudi Med J, 2018, 39 (11): 1082-1089.
- [3] Choi EM, Na S, Choi SH, et al. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. J Clin Anesth, 2011, 23 (3): 183-188.
- [4] Dunnebie A, Gardill D, Kowalski I, et al. Laryngeal tube suction ii or endotracheal intubation for laparoscopic radical prostatectomy in a head down position: a randomised controlled trial. Eur J Anaesthesiol, 2017, 34 (7): 441-447.
- [5] Jo YY, Kim JY, Chang YJ, et al. The effect of equal ratio ventilation on oxygenation, respiratory mechanics, and cerebral perfusion pressure during laparoscopy in the trendelenburg position. Surg laparosc Endosc Percutan Tech, 2016, 26 (3): 221-225.
- [6] 李培军, 杨东艳, 赵丰, 等. 用理想体重设置机械通气初始参数的研究. 中华急诊医学杂志, 2008, 17(2): 207-209.
- [7] Tuncali B, Erol V, Zeyneloglu P. Effects of volume-controlled equal ratio ventilation with recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure in laparoscopic sleeve gastrectomy: a prospective, randomized, controlled trial. Turk J Med Sci, 2018, 48 (4): 768-776.
- [8] Kim WH, Hahm TS, Kim JA, et al. Prolonged inspiratory time produces better gas exchange in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomised trial. Acta Anaesthesiol Scand, 2013, 57 (5): 613-622.
- [9] Bloom BM, Grundlingh J, Bestwick JP, et al. The role of venous blood gas in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. Eur J Emerg Med, 2014, 21 (2): 81-88.
- [10] Lee SM, Kim WH, Ahn HJ, et al. The effects of prolonged inspiratory time during one-lung ventilation: a randomised controlled trial. Anaesthesia, 2013, 68 (9): 908-916.
- [11] 李晓慧, 陈学新, 吕丹妮, 等. 气管内插管与喉罩对全腹腔镜胆囊切除术后下呼吸道感染的影响. 临床麻醉学杂志, 2016, 32(4): 400-401.
- [12] Uppal V, Fletcher G, Kinsella J. Comparison of the i-gel with the cuffed tracheal tube during pressure-controlled ventilation. Br J Anaesth, 2009, 102 (2): 264-268.
- [13] Zhao X, Huang S, Wang Z, et al. Relationship between respiratory dynamics and body mass index in patients undergoing general anesthesia with laryngeal mask airway (lma) and comparison between lithotomy and supine positions. Med Sci Monit, 2016, 22: 2706-2713.
- [14] Kim MS, Soh S, Kim SY, et al. Comparisons of pressure-controlled ventilation with volume guarantee and volume-controlled 1:1 equal ratio ventilation on oxygenation and respiratory mechanics during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomized-controlled trial. Int J Med Sci, 2018, 15 (13): 1522-1529.
- [15] Lorne E, Diouf M, de Wilde RBP, et al. Assessment of interchangeability rate between 2 methods of measurements: an example with a cardiac output comparison study. Medicine (Baltimore), 2018, 97 (7): e9905.

(收稿日期:2019-05-09)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床麻醉学杂志》关于一稿两投问题的声明

为维护学术刊物的严肃性和科学性,也为了维护作者的名誉和向广大读者负责,本刊编辑部重申坚决反对一稿两投并采取以下措施:(1)作者和单位对来稿的真实性和科学性均应自行负责。刊出前需第一作者在校样首页亲笔签名,临床研究和实验研究来稿的通信作者也需亲笔签名。(2)来稿需附单位推荐信,应注明稿件无一稿两投,署名无争议,并加盖公章。(3)凡接到编辑部收稿回执后3个月内未接到退稿通知,系稿件仍在审阅中,作者欲投他刊,或将在他刊上发表,请先与编辑部联系撤稿,切勿一稿两投。(4)编辑部认为来稿有一稿两投嫌疑时,在认真收集有关资料和仔细核对后通知作者,并由作者就这一问题作出解释。(5)一稿两用一经证实,将择期在杂志上刊出其作者单位和姓名以及撤销该文的通知;向作者所在单位和同类杂志通报;2年内拒绝发表该作者为第一作者所撰写的任何来稿。