

· 论 著 ·

# 肺部联合胃部超声评估等比通气对前列腺癌 腔镜手术中喉罩通气的影响

谢力<sup>1</sup>, 施韬<sup>2</sup>, 刘晶晶<sup>1</sup>, 张加永<sup>1</sup>, 张勇<sup>2</sup>, 柴秋琰<sup>1</sup>1. 南京医科大学第四附属医院麻醉科, 江苏 南京 210031; 2. 南京医科大学附属南京医院  
(南京市第一医院) 麻醉科, 江苏 南京 210006

**摘要:** **目的** 肺部超声(LUS)联合胃部超声评估腹腔镜前列腺癌根治术中使用等比通气(ERV)模式对患者肺形态学、胃部充气情况及喉罩通气的影响。**方法** 前瞻性选取2021年6月至2022年5月于南京市第一医院行腹腔镜前列腺癌根治术患者60例,采用随机数字表法分为ERV组(E组)和常规通气组(C组),每组30例。患者常规静脉麻醉诱导后置入喉罩行机械通气,E组吸气呼气比(I:E)为1:1;而C组I:E为1:2。观察记录两组患者在麻醉诱导后(T0)、手术30 min(T1)、手术60 min(T2)、手术结束后10 min(T3)的气道峰压(Ppeak)、气道平台压(Pplat)、气道平均压力(Pmean)、呼气末二氧化碳分压(P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)和分钟通气量(MV);同时记录两组患者手术前后的LUS评分以及胃部超声胃窦、胃底横截面积及气道并发症的发生情况。**结果** E组T1、T2时Ppeak低于C组,Pmean高于C组( $P<0.05$ ),而不同时点两组P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、MV差异无统计学意义( $P>0.05$ );E组患者LUS评分及肺不张的发生率低于C组( $P<0.05$ ),胃窦、胃底横截面积差异无统计学意义( $P>0.05$ );两组气道并发症发生率差异无统计学意义(30.0% vs 32.1%, $\chi^2=0.031$ , $P=0.860$ )。**结论** 在腹腔镜前列腺癌根治术中使用ERV通气模式可降低Ppeak,减少喉罩漏气、肺不张以及LUS评分,同时并未增加胃部充气以及喉罩相关不良并发症的发生率。

**关键词:** 肺部超声; 胃部超声; 前列腺癌; 等比通气; 喉罩通气

中图分类号: R614 R445.1 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2022)12-1685-04

## Evaluation of equal ratio ventilation on laryngeal mask airway during endoscopic surgery for prostate cancer by lung and gastric ultrasound

XIE Li<sup>\*</sup>, SHI Tao, LIU Jing-jing, ZHANG Jia-yong, ZHANG Yong, CHAI Qiu-yan

<sup>\*</sup> Department of Anesthesiology, The Fourth Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210031, China

Corresponding author: SHI Tao, E-mail: shitao1998@126.com

**Abstract; Objective** To evaluate the impacts of equal ratio ventilation(ERV) mode on lung morphology, gastric inflation and laryngeal mask airway ventilation during laparoscopic radical prostatectomy by lung ultrasound(LUS) and gastric ultrasound. **Methods** A prospective study was performed in 60 patients with prostate cancer undergoing laparoscopy from June 2021 to May 2022 in Nanjing First Hospital. The patients were randomly divided into ERP group(group E) and conventional ventilation group(group C,  $n=30$ , each). After induction of routine intravenous anesthesia and mechanical ventilation with laryngeal mask airway, and the ventilation mode was set as follows: the inspiratory-to-expiratory ratio in group E was 1:1, while that in group C was 1:2. After anesthesia induction(T0), 30 minutes after surgery begin(T1), 60 minutes after surgery begin(T2) and 10 minutes after surgery(T3), the peak airway pressure(Ppeak), airway plateau pressure(Pplat), mean airway pressure(Pmean), end-expiratory partial pressure of carbon dioxide(P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) and minute ventilation(MV) were observed and compared between two groups. The LUS score, the cross-sectional area of gastric antrum and fundus and the incidence of airway complications were recorded in two groups. **Results** At T1 and T2, Ppeak in group E was significantly lower than that in group C( $P<0.05$ ), and Pmean was significantly higher than that in group C

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2022.12.011

通信作者: 施韬, E-mail: shitao1998@126.com

出版日期: 2022-12-20

( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in  $P_{ET}CO_2$  and MV between two groups at different time points ( $P > 0.05$ ). The LUS and the incidence of atelectasis in group E were statistically lower than those in group C ( $P < 0.05$ ), and there was no significant difference in the cross-sectional area of gastric antrum and fundus ( $P > 0.05$ ) and the incidence of airway complications (30.0% vs 32.1%,  $\chi^2 = 0.031$ ,  $P = 0.860$ ) between two groups. **Conclusion** ERV mode during laparoscopic radical prostatectomy can reduce  $P_{peak}$ , leakage rate of laryngeal mask, atelectasis and LUS scores without increasing the incidence of gastric inflation and laryngeal mask-related adverse complications.

**Keywords:** Lung ultrasound; Gastric ultrasound; Prostate cancer; Equal ratio ventilation; Laryngeal mask ventilation

全麻手术机械辅助通气患者术后容易产生肺不张和胃内容物误吸<sup>[1-2]</sup>。肺不张容易引起肺血流异常分布,影响气体交换,导致患者出现低氧血症、肺炎;胃内容物误吸则可导致严重的肺部并发症<sup>[3-4]</sup>。前列腺癌患者由于手术中体位需要(头低足高位)以及持续的气腹,均可对呼吸系统产生影响,故术中有效的肺功能监测对患者具有重要意义。

喉罩通气具有操作简单、心血管刺激少、术中循环稳定等优点而逐步应用于腹腔镜手术中<sup>[5]</sup>。但是下腹部的腔镜手术由于手术中体位需要(头低足高位)以及持续的气腹均可对呼吸系统产生影响,造成气道压增高、喉罩的漏气,从而有可能导致术中、术后的肺不张。有研究证实采用等比通气(equal ratio ventilation, ERV)可延长通气时间,减少肺泡萎陷,改善氧合作用且在腹腔镜妇科手术中获得了良好的效果,但等比喉罩通气的同时存在一定胃充气的风险<sup>[6]</sup>。基于此,本研究采用肺部联合胃部超声评估等比通气对前列腺癌腔镜手术术中肺不张以及胃部充气的影响,探讨等比通气在腹腔镜前列腺癌手术中的应用价值。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 前瞻性选取2021年6月至2022年5月于南京市第一医院行前列腺癌腹腔镜手术患者60例,随机分为ERV(E)组及常规通气(C)组,每组30例。入选标准:(1)术前经病理证实为前列腺癌且经影像学检查远处无转移;(2)年龄50~75周岁;(3)麻醉ASA分级为I~II级;(4)BMI<30。排除标准:(1)术前合并慢性阻塞性肺疾病(COPD);(2)术前存在呼吸道感染、咳嗽、咳痰等症状;(3)既往肺大疱、肺结节、肺肿瘤等手术史;(4)心脏、肾脏等重大器官功能不全;(5)哮喘、困难气道。退出标准:(1)术中改为气管插管者;(2)腹腔镜改为正中开腹者。两组研究对象均对此研究知情同意并签署同意书,本研究经医院伦理委员会批准通过。

**1.2 麻醉方法** 所有患者常规术前禁食12 h,禁饮

4 h,入手术室常规建立静脉通路、心电监护、外周血氧饱和度监测。采用麻醉诱导:丙泊酚2~3 mg/kg,舒芬太尼0.3  $\mu$ g/kg和顺式阿曲库铵0.15 mg/kg,诱导成功后由同一位高年资麻醉科医师置入3号或4号I-gel喉罩。喉罩置入成功后连接麻醉机,使用容量控制模式控制呼吸,呼吸比例12次/min,通气模式I:E=1:2,吸入氧气复合空气,空气氧气比例为1:1;整个过程不使用呼吸末正压通气,按照体重设置潮气量(VT)8 ml/kg。术中麻醉维持持续泵注丙泊酚与瑞芬太尼,根据脑电双频指数(BIS)(40~60)调整麻醉深度,肌松采用间断静脉推注顺式阿曲库铵。待气腹建立后,E组患者I:E调整为1:1,C组I:E为1:2保持不变。通过调整呼吸频率维持呼气末二氧化碳分压( $P_{ET}CO_2$ )30~45 mm Hg。如遇术中气道压力峰值( $P_{peak}$ )超过35 cm H<sub>2</sub>O;喉罩发生严重漏气(通气量小于设定潮气量的80%),则将喉罩更换为气管插管。气腹结束后将E组呼吸比例调整为1:2。

**1.3 观察指标** 记录比较两组患者麻醉诱导后(T0)、手术30 min(T1)、手术60 min(T2)、手术结束后10 min(T3)的 $P_{peak}$ 、平台压( $P_{plat}$ )、平均压( $P_{mean}$ )、 $P_{ET}CO_2$ 和分钟通气量(MV)。麻醉稳定后由麻醉科医生术前术后行胃部超声测量胃窦横截面积与肺部超声(lung ultrasound, LUS)评分,胃窦横截面积越大提示胃底充气容积越大,LUS评分标准如下<sup>[7]</sup>:将12个象限中的每一个分配为0至3的得分,通过将12个象限分数相加来计算LUS得分(0~36分),0~2条B线为0分; $\geq 3$ 条B线、1或多个小胸膜下实变被正常胸膜线分隔为1分;聚集B线、多个小胸膜下实变被增厚或不规则的胸膜线分隔为2分,实变、小的胸膜下实变直径>2 cm为3分,分值越高提示肺不张的风险越高,如术中发现肺部存在局部的肺不张,则予以膨肺来改善肺不张。

**1.4 统计学方法** 使用SPSS 22.0软件进行分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立t检验及重复测量资料的方差分析;计数资料使用例(%)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 基线资料比较 本研究共纳入60例患者,其中C组2例患者因喉罩漏气术中临时更换为气管插管退出研究。两组患者年龄、身高、BMI、ASA分级、手术时间、术后住院时间方面比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表1。

2.2 不同监测节点呼吸力学比较 E组T1和T2时Ppeak 低于C组,Pmean 高于C组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。而不同时点两组P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、MV 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表2。

2.3 肺不张及胃部充气指标比较 E组患者LUS评分、肺不张的发生率低于C组( $P<0.05$ ),胃窦、胃底横截面积差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表3。

2.4 气道并发症发生率比较 E组患者气道咽喉痛5例,喉罩带血者4例;而C组患者发生咽喉痛6例,喉罩带血者3例。两组气道并发症发生率差异无统计学意义(30.0% vs 32.1%, $\chi^2=0.031,P=0.860$ )。

表1 两组患者一般资料比较 ( $\bar{x}\pm s$ )  
Tab. 1 Comparison of general data between two groups ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	年龄(岁)	身高(cm)	BMI	ASA(例, I/II)	住院时间(d)	手术时间(min)
E组	30	66.2±4.1	167.2±4.1	24.7±1.2	16/14	7.1±1.1	90.6±12.5
C组	28	67.5±4.3	168.1±3.8	25.2±1.3	18/12	7.3±1.2	89.8±11.9
$t/\chi^2$ 值		1.161	0.921	1.514	0.271	0.759	0.243
P 值		0.251	0.361	0.135	0.602	0.451	0.809

表2 两组患者呼吸力学指标 ( $\bar{x}\pm s$ )  
Tab. 2 Comparison of respiratory mechanics indicators between two groups ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	组别	T0	T1	T2	T3
Ppeak (cm H <sub>2</sub> O)	E组(n=30)	15.5±2.2	22.1±2.3 <sup>a</sup>	22.6±2.2 <sup>a</sup>	15.6±2.2
	C组(n=28)	15.0±1.9	24.2±2.1	24.9±2.7	15.7±1.7
Pplat (cm H <sub>2</sub> O)	E组(n=30)	14.1±2.3	21.8±2.2	21.8±2.4	14.3±2.0
	C组(n=28)	13.3±1.8	22.8±3.9	23.0±3.3	14.0±2.6
Pmean (cm H <sub>2</sub> O)	E组(n=30)	6.5±1.4	10.7±1.7 <sup>a</sup>	10.5±1.0 <sup>a</sup>	6.5±1.0
	C组(n=28)	6.6±1.3	8.4±1.6	8.2±1.6	6.6±1.4
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mm Hg)	E组(n=30)	31.8±1.8	36.4±2.7	37.0±2.7	37.4±3.1
	C组(n=28)	32.0±1.9	37.6±2.6	37.8±2.7	37.2±2.7
MV (L/min)	E组(n=30)	5.4±0.8	5.8±0.7	5.9±0.5	5.9±0.6
	C组(n=28)	5.6±0.8	5.8±0.8	5.8±0.6	5.8±0.7

注:与C组比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ 。

表3 两组肺不张及胃部充气指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ )  
Tab. 3 Comparison of atelectasis and gastric inflation indexes between two groups ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	肺不张(例)	LUS评分		胃窦横截面积(cm <sup>2</sup> )		胃底横截面积(cm <sup>2</sup> )	
			手术前	手术后	手术前	手术后	手术前	手术后
E组	30	2	4.8±1.9	5.7±2.0	3.6±2.0	4.2±2.4	23.9±8.1	24.4±8.5
C组	28	8	5.0±2.0	7.4±2.6	3.7±1.9	4.5±2.6	24.2±7.9	25.2±8.9
$\chi^2/t$ 值		4.870	0.391	2.802	0.195	0.457	0.143	0.350
P 值		0.027	0.698	0.007	0.846	0.649	0.887	0.728

## 3 讨论

胃内容物误吸及肺不张是围手术期常见的问题,胃部充气会导致胃食管返流的几率增加;而肺不张主要与气体再吸收、肺部结构受压以及肺泡表面活性物质减少相关,两者均可对患者的预后产生不良的影响<sup>[8-9]</sup>。研究显示通过床旁超声测定胃窦胃底横截面积以及肺部结构变化可有效监测患者胃部充气及肺不张,且获得了良好的临床使用效果<sup>[10]</sup>。喉罩通气因其自身优势逐步在手术中广泛使用,同时使用

ERV模式具有良好的术中血液稳定学效果,但尚未见评估喉罩通气下胃部充气与肺不张相关性研究。

本研究结果显示,等比通气模式可升高Pmean,降低术中Ppeak,具有良好的通气功能。可能与ERV通过其延长吸气时间、增加Pmean打开萎陷的肺泡有关。各监测点相关指标显示,ERV在干预60min后可见明显效果,与既往学者的研究提出Pmean与萎陷肺泡的数量相关的结论相符<sup>[11]</sup>。此外,Ppeak与喉罩通气漏气甚至改为气管插管具有密切的相关性,有研究证实Ppeak在15~20 mm Hg范围内,喉罩

与气管插管通气漏气方面无统计学差异<sup>[12]</sup>。但前列腺癌由于其特殊的手术体位以及气腹要求(增加 MV, 本研究结果显示 MV 随着手术时间而增加)可能会增加气道压力, 从而增加漏气风险。笔者研究显示常规通气组出现 5 例更换气管插管, 而 ERV 组则无一例, 可能与 ERV 通过降低术中 Ppeak, 降低了喉罩漏气风险, 临床相对安全<sup>[13]</sup>。

有研究证实胃底截面积与气道压力存在一定线性相关性<sup>[14]</sup>。本研究结果显示两组患者术后胃窦、胃底截面积无明显差异, 说明喉罩不同的通气模式在胃部充气方面无影响, 具有临床安全性。而肺不张及肺部超声评分方面, E 组的肺不张发生率低于 C 组, 可能与 E 组通气模式可改善肺泡萎陷情况, 增加通气时间相关, 同时术中联合手动肺复张手法改善肺不张的情况, 减少肺部损伤的几率。而本研究结果显示 E 组患者 LUS 评分低于 C 组患者, 初步证实了 ERV 模式可减少肺不张的发生几率, 佐证了既往的研究结论<sup>[15]</sup>。在气道并发症发生情况方面, 两组患者无统计学差异, 说明喉罩 ERV 通气模式并未增加患者的术后气道并发症, 初步证实 ERV 模式临床的安全性。

本研究存在一定的局限性: (1) 监测时间相对较短; (2) 本组患者 BMI 在正常范围内, 至于肥胖患者则无特定研究证实喉罩通气的可行性; (3) 并未对胃部充气囊进行定量分析; (4) 鉴于气体体位的相关性, 术中体位对肺部、胃部超声的影响有待进一步探讨。

综上所述, 前列腺癌患者手术使用喉罩 REV 模式, 可减少术中肺不张的发生率且未增加胃部充气。

利益冲突 无

#### 参考文献

- [1] Setak-Berenjestanaki M, Bagheri-Nesami M, Gholipour Baradari A, et al. The prophylactic effect of different levels of positive end-expiratory pressure on the incidence rate of atelectasis after cardiac surgery: a randomized controlled trial[J]. *Med J Islam Repub Iran*, 2018, 32: 20.
- [2] Pereira SM, Tucci MR, Morais CCA, et al. Individual positive end-expiratory pressure settings optimize intraoperative mechanical ventilation and reduce postoperative atelectasis [J]. *Anesthesiology*, 2018, 129(6): 1070-1081.
- [3] Hoshikawa Y, Tochii D. Postoperative atelectasis and pneumonia after general thoracic surgery[J]. *Kyobu Geka*, 2017, 70(8): 649-655.
- [4] Veiga-Gil L, Pueyo J, López-Olaondo L. Postoperative nausea and vomiting: physiopathology, risk factors, prophylaxis and treatment [J]. *Rev Esp Anestesiol Reanim*, 2017, 64(4): 223-232.
- [5] Kang SH, Park M. Comparison of early postoperative recovery between laryngeal mask airway and endotracheal tube in laparoscopic cholecystectomy: a randomized trial [J]. *Medicine*, 2019, 98(25): e16022.
- [6] 周立旺, 敖青华, 夏东云, 等. 等比通气对 PCV-VG 通气模式下肥胖妇科腹腔镜手术患者的呼吸力学和肺换气功能的影响[J]. *江苏医药*, 2020, 46(2): 187-190.
- [7] Zhou LW, Ao QH, Xia DY, et al. Effects of equal ratio ventilation with PCV-VG ventilation mode on respiratory mechanics and pulmonary gas exchange function in obese gynecologic patients undergoing laparoscopic surgery[J]. *Jiangsu Med J*, 2020, 46(2): 187-190.
- [8] Picano E, Scali MC, Ciampi Q, et al. Lung ultrasound for the cardiologist[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2018, 11(11): 1692-1705.
- [9] 肖蕴誉, 陈莲华. 超声在评估围手术期肺不张与保护性肺通气中应用的研究进展[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2020, 41(4): 377-382.
- [10] Xiao YY, Chen LH. Research progress on the application of ultrasound in evaluating perioperative atelectasis and protective pulmonary ventilation[J]. *Int J Anesthesiol Resusc*, 2020, 41(4): 377-382.
- [11] 张明远. 大剂量盐酸氨溴索在胸外科围手术期的肺功能保护[J]. *中国药物与临床*, 2017, 17(8): 1164-1167.
- [12] Zhang MY. Pulmonary function protection of high-dose ambroxol hydrochloride during perioperative period in thoracic surgery [J]. *Chin Remedies & Clin*, 2017, 17(8): 1164-1167.
- [13] 郑红雨, 孙振涛, 杨贯宇, 等. 肺超声评价不同吸入氧浓度对儿童肺不张的影响[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2021, 35(2): 185-188.
- [14] Zheng HY, Sun ZT, Yang GY, et al. Effect of different fraction of inspired oxygen on pulmonary atelectasis in children by lung ultrasound[J]. *J Chin Pract Diagn Ther*, 2021, 35(2): 185-188.
- [15] Kim WH, Hahm TS, Kim JA, et al. Prolonged inspiratory time produces better gas exchange in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomised trial[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2013, 57(5): 613-622.
- [16] Uppal V, Fletcher G, Kinsella J. Comparison of the i-gel with the cuffed tracheal tube during pressure-controlled ventilation [J]. *Br J Anaesth*, 2009, 102(2): 264-268.
- [17] 张超凡, 田丹丹, 刘洋, 等. 等比通气对腹腔镜子宫切除术中喉罩通气的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2020, 36(1): 21-25.
- [18] Zhang CF, Tian DD, Liu Y, et al. Effect of equal ratio ventilation on laryngeal mask ventilation during laparoscopic hysterectomy[J]. *J Clin Anesthesiol*, 2020, 36(1): 21-25.
- [19] 刘华琴, 许美利, 李品, 等. 床旁超声测量胃窦、胃底横截面积变化对非肥胖女性全麻诱导期间胃充气敏感性的比较[J]. *中华超声影像学杂志*, 2019, 28(5): 434-438.
- [20] Liu HQ, Xu ML, Li P, et al. Comparison of the changes of antrum and fundus cross-sectional area measured by bedside ultrasonography on gastric insufflation during general anesthesia in non-obese women [J]. *Chin J Ultrason*, 2019, 28(5): 434-438.
- [21] 邓军, 赵兰花. 围术期肥胖患者呼吸管理的新进展[J]. *医学综述*, 2014, 20(7): 1222-1224.
- [22] Deng J, Zhao LH. The recent progress in breathing management of perioperative obese patients[J]. *Med Recapitul*, 2014, 20(7): 1222-1224.

收稿日期: 2022-08-25 编辑: 李方