

DOI: 10.12235/E20240218

文章编号: 1007-1989 (2024) 11-0024-07

论著

## 压力控制容量保证通气模式对腹腔镜疝修补术患儿呼吸力学及气体交换功能的影响\*

许锦雄, 叶茜琳, 胡浩翔

(中山市小榄人民医院 麻醉科, 广东 中山 528415)

**摘要: 目的** 观察压力控制容量保证通气 (PCV-VG) 模式对腹腔镜疝修补术患儿呼吸力学和气体交换功能的影响。**方法** 选择该院择期行气管插管全身麻醉下腹腔镜疝修补术的患儿90例。随机数表法将患者分为PCV-VG组、压力控制通气 (PCV) 组和容量控制通气 (VCV) 组, 每组30例。记录3组患儿人工气腹建立前5 min ( $T_1$ )、人工气腹建立后10 min ( $T_2$ ) 和气腹压力释放后5 min ( $T_3$ ) 的呼吸力学指标 [吸入潮气量 ( $VT_{insp}$ )、气道峰压 ( $P_{peak}$ )、平均气道压 ( $P_{mean}$ ) 和动态肺顺应性 ( $C_{ldyn}$ )] 和气体交换指标 [肺泡-动脉血氧分压差 ( $P_{A-a}O_2$ )、呼吸指数 (RI) 和氧合指数 (OI)]。记录3组患儿术后7 d内肺部并发症发生情况。**结果** 与VCV组比较, PCV-VG组和PCV组  $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{peak}$  降低,  $C_{ldyn}$  升高, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 与PCV组比较, PCV-VG组  $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{peak}$  降低, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。与  $T_1$  时点比较, VCV组  $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{peak}$  和  $P_{mean}$  升高,  $C_{ldyn}$  降低, PCV-VG组和PCV组  $T_2$  时点  $P_{peak}$  和  $P_{mean}$  升高,  $C_{ldyn}$  降低, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  时点, 3组患儿  $P_{A-a}O_2$ 、RI 和 OI 比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 与  $T_1$  时点比较, 3组患儿  $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{A-a}O_2$  和 RI 升高, OI 降低, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。3组患儿术后并发症总发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** PCV-VG 模式可有效地降低  $P_{peak}$ , 改善肺顺应性, 适用于小儿腹腔镜疝修补术。

**关键词:** 压力控制容量保证通气; 腹腔镜疝修补术; 儿童; 呼吸力学; 气体交换指标

**中图分类号:** R614

## Effect of pressure controlled ventilation-volume guaranteed mode on respiratory mechanics and gas exchange function in pediatric patients undergoing laparoscopic herniorrhaphy\*

Xu Jinxiong, Ye Qianlin, Hu Haoxiang

(Department of Anesthesiology, Xiaolan People's Hospital of Zhongshan, Zhongshan, Guangdong 528415, China)

**Abstract: Objective** To investigate the effects of pressure controlled ventilation-volume guaranteed (PCV-VG) mode on respiratory mechanics and gas exchange index in pediatric patients underwent laparoscopic herniorrhaphy. **Methods** 90 patients, scheduled for elective laparoscopic herniorrhaphy under general anesthesia of tracheal intubation, were randomly divided into 3 groups ( $n = 30$  each) using a random number table method: PCV-VG group, pressure controlled ventilation (PCV) group and volume controlled ventilation (VCV) group. At 5 min before pneumoperitoneum ( $T_1$ ), 10 min after pneumoperitoneum ( $T_2$ ) and 5 min after release of pneumoperitoneum

收稿日期: 2024-04-20

\* 基金项目: 广东省中山市卫健局项目 (No: 2022J071)

pressure ( $T_3$ ), respiratory mechanical indexes [inspiratory tidal volume ( $VT_{\text{insp}}$ ), peak airway pressure ( $P_{\text{peak}}$ ), mean airway pressure ( $P_{\text{mean}}$ ), dynamic lung compliance ( $C_{\text{ldyn}}$ )] were recorded and gas exchange index [alveolar-artery oxygen partial pressure gradient ( $P_{\text{A-a}}\text{O}_2$ ), respiratory index (RI) and oxygenation index (OI)] were recorded in three groups. The occurrence of pulmonary complications were recorded within 7 d after operation in three groups.

**Results** Compared with the VCV group,  $P_{\text{peak}}$  was significantly decreased and  $C_{\text{ldyn}}$  was significantly increased at  $T_2$  and  $T_3$  time points in PCV-VG group and PCV group, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ); Compared with PCV group,  $P_{\text{peak}}$  was decreased at  $T_2$  and  $T_3$  time points in PCV-VG group, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). Compared with  $T_1$  time points,  $P_{\text{peak}}$  and  $P_{\text{mean}}$  were increased and  $C_{\text{ldyn}}$  was decreased at  $T_2$  and  $T_3$  time points in VCV group,  $P_{\text{peak}}$  and  $P_{\text{mean}}$  were increased and  $C_{\text{ldyn}}$  was decreased at  $T_2$  in PCV-VG group and PCV group, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in  $P_{\text{A-a}}\text{O}_2$ , RI and OI among three groups at  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$  time points ( $P > 0.05$ ). Compared with  $T_1$  time point,  $P_{\text{A-a}}\text{O}_2$  and RI were increased and OI was decreased at  $T_2$  and  $T_3$  time points in three groups, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in the incidence of postoperative complications among the three groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** PCV-VG mode can effectively reduce  $P_{\text{peak}}$  and improve lung compliance, which is suitable for laparoscopic herniorrhaphy in pediatric patients.

**Keywords:** pressure controlled ventilation-volume guaranteed; laparoscopic herniorrhaphy; child; respiratory mechanics; gas exchange index

腹腔镜手术在临床上已经广泛应用, 具有创伤少和恢复快等优势。但腹腔镜手术二氧化碳人工气腹建立后, 患者腹内压明显上升, 膈肌上抬, 患者胸廓和肺顺应性明显下降, 气道压力升高, 气道阻力明显增大, 常导致机械通气相关性的肺部损伤<sup>[1]</sup>。压力控制容量保证通气 (pressure controlled ventilation volume-guaranteed, PCV-VG) 是一种新型的智能化机械通气模式, 结合了压力控制通气 (pressure controlled ventilation, PCV) 和容量控制通气 (volume controlled ventilation, VCV) 的优势, 可智能化地自动调节送气速度, 在保证通气量的同时, 可最大程度地降低气道压力和气道阻力, 提高患者肺顺应性和氧合指数 (oxygenation index, OI), 改善患者呼吸功能, 减少肺部并发症, 具有较好的肺保护功能<sup>[2]</sup>。近年来, 有研究<sup>[3-7]</sup>表明, PCV-VG 模式可降低气道压力, 提高肺顺应性, 促进气体交换, 改善氧合功能。但 PCV-VG 模式应用于小儿腹腔镜手术的报道较少。本研究探讨了 PCV-VG 模式对腹腔镜疝修补术患儿呼吸力学和气体交换功能的影响, 并与 VCV 和 PCV 进行比较, 以期对腹腔镜疝修补术寻找适宜的通气模式。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择 2022 年 7 月—2023 年 10 月于本院择期行气管插管全身麻醉腹腔镜疝修补术的患儿 90 例, 采用随机数表法将患儿分为 PCV-VG 组、PCV 组和 VCV 组, 每组 30 例。3 组患儿性别、年龄、体重和气腹时间等一般资料比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性。见表 1。

纳入标准: 年龄 1~12 岁, 性别不限; 美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级为 I 级或 II 级; 麻醉前 2 周未行各类手术, 或接受机械通气; 患儿监护人签署麻醉知情同意书。排除标准: 术前 2 周内呼吸道感染; 合并心脏和肺部疾病者; 有明显肝、肾功能障碍者; 合并精神和内分泌疾病者; 有神经肌肉性疾病史; 心电图异常者; 不适宜参与本研究的其他情况。本研究经中山市小榄人民医院医学伦理委员会审核批准, 伦理批件号: 2022-0082。

### 1.2 方法

**1.2.1 麻醉前准备** 患儿于麻醉前禁食 6 h, 禁饮 2 h。麻醉前 30 min, 肌肉注射阿托品注射液

表1 3组患儿一般资料比较

Table 1 Comparison of the general data among the three groups

组别	性别(男/女)/例	年龄/岁	体重/kg	气腹时间/min
PCV-VG组(n=30)	22/8	4.53±2.61	17.15±5.26	22.27±9.01
PCV组(n=30)	23/7	4.43±2.76	17.47±5.60	21.00±8.14
VCV组(n=30)	22/8	4.43±2.73	17.05±5.56	21.00±11.92
$\chi^2/F$ 值	0.18 <sup>†</sup>	0.01	0.05	0.23
P值	0.920	0.986	0.953	0.798

注: †为 $\chi^2$ 值。

0.01 mg/kg, 在病房建立静脉通道。入室后监测无创血压、平均动脉压、心电图、心率、经皮动脉血氧饱和度和麻醉趋势指数。

**1.2.2 麻醉诱导** 依次静脉注射枸橼酸芬太尼注射液 2  $\mu$ g/kg、丙泊酚注射液 2.00 mg/kg 和苯磺顺阿曲库铵注射液 0.15 mg/kg, 3 min 后行气管插管, 并连接麻醉机行机械通气。

**1.2.3 麻醉维持** 吸入七氟醚, 呼气末七氟醚浓度维持在 1.3~1.5 最低肺泡有效浓度 (minimum alveolar concentration, MAC), 瑞芬太尼 0.1~0.3  $\mu$ g/(kg·min), 麻醉趋势指数为 40~60, 维持心率和平均动脉压在患儿基础值  $\pm$  20%。3组均行桡动脉置管, 监测患儿有创动脉压。

**1.2.4 通气设定** PCV-VG组和VCV组机械通气设定: 潮气量为 8 mL/kg, 呼吸频率为 15~25次/min, 吸呼气时间比为 1:2, 吸入氧气流量为 2.0 L/min, 吸入氧浓度为 0.6; PCV组根据吸入潮气量为 8 mL/kg 设置吸入峰压, 余呼吸参数同PCV-VG组和VCV组。术中通过调节呼吸频率, 维持呼气末二氧化碳分压在 35~40 mmHg 之间。

**1.2.5 术后处理** 手术结束时, 关停七氟醚和瑞芬太尼静脉通路, 静脉注射新斯的明 10  $\mu$ g/kg + 阿托品 5  $\mu$ g/kg 拮抗残余肌松作用, 待患儿自主呼吸恢复充分, 经皮动脉血氧饱和度在呼吸空气状态下能保持  $\geq$  95% (> 5 min), 咳嗽和吞咽反射恢复时, 拔管。

**1.3 观察指标**

**1.3.1 呼吸力学指标** 记录人工气腹前 5 min ( $T_1$ )、人工气腹后 10 min ( $T_2$ ) 和气腹压力释放后

5 min ( $T_3$ ) 时的吸入潮气量 (inspiratory tidal volume, VT<sub>insp</sub>)、气道峰压 (peak airway pressure, P<sub>peak</sub>)、平均气道压 (mean airway pressure, P<sub>mean</sub>)、动态肺顺应性 (dynamic lung compliance, C<sub>ldyn</sub>) 和动脉血气。

**1.3.2 气体交换指标** 记录  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  时点的肺泡-动脉血氧分压差 (alveolar-artery oxygen partial pressure gradient, P<sub>A-a</sub>O<sub>2</sub>)、呼吸指数 (respiratory index, RI) 和 OI。

**1.3.3 并发症** 记录呼吸道感染发生率和术后 7 d 内的肺部并发症发生率。

**1.4 统计学方法**

应用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 随机区组设计的计量资料比较, 采用单因素方差分析, 组间和组内重复测量指标比较, 采用重复测量方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 计数资料以例或百分率 (%) 表示, 比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。P < 0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 3组患儿呼吸力学指标比较**

3组患儿各时点 VT<sub>insp</sub> 比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05); 与 VCV 组比较, PCV-VG 组和 PCV 组  $T_2$  和  $T_3$  时点 P<sub>peak</sub> 降低, C<sub>ldyn</sub> 升高, 差异均有统计学意义 (P < 0.05); 与 PCV 组比较, PCV-VG 组  $T_2$  和  $T_3$  时点 P<sub>peak</sub> 降低, 差异均有统计学意义 (P < 0.05)。与  $T_1$  时点比较, VCV 组  $T_2$  和  $T_3$  时点 P<sub>peak</sub> 和 P<sub>mean</sub> 升

高,  $C_{ldyn}$  降低, PCV-VG 组和 PCV 组  $T_2$  时点  $P_{peak}$  和  $P_{mean}$  升高,  $C_{ldyn}$  降低, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

## 2.2 3 组患儿气体交换指标比较

3 组间比较,  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{A-a}O_2$ 、RI 和 OI 比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 与  $T_1$  时点比

较, 3 组患儿  $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{A-a}O_2$  和 RI 升高, OI 降低, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

## 2.3 3 组患儿术后并发症比较

PCV 组术后 1 例发生呼吸道感染, 3 组患儿术后 7 d 内均未发生肺部并发症, 3 组患儿术后并发症总发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 2 3 组患儿呼吸力学指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Comparison of respiratory mechanics indexes among the three groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	VT <sub>insp</sub> /mL			F 值	P 值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG 组 (n = 30)	137.20±42.11	137.47±41.49	134.07±47.11	0.06	0.946
PCV 组 (n = 30)	139.73±44.81	136.73±36.72	139.93±43.69	0.06	0.947
VCV 组 (n = 30)	136.40±44.51	136.50±43.72	136.10±44.81	0.001	0.999
F 值	1.13	1.14	1.15		
P 值	0.330	0.325	0.322		
组别	P <sub>peak</sub> /cmH <sub>2</sub> O			F 值	P 值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG 组 (n = 30)	11.23±2.25	16.13±2.81 <sup>1)2)3)</sup>	11.57±2.46 <sup>1)2)</sup>	191.58	0.000
PCV 组 (n = 30)	12.60±2.51	18.57±3.36 <sup>1)3)</sup>	13.50±2.87 <sup>1)</sup>	296.26	0.000
VCV 组 (n = 30)	13.37±2.68	21.57±3.39 <sup>3)</sup>	16.60±3.07 <sup>3)</sup>	674.99	0.000
F 值	5.65	21.72	24.46		
P 值	0.005	0.000	0.000		
组别	P <sub>mean</sub> /cmH <sub>2</sub> O			F 值	P 值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG 组 (n = 30)	6.17±0.53	10.53±1.87 <sup>3)</sup>	6.80±0.55	166.97	0.000
PCV 组 (n = 30)	6.10±0.61	10.33±1.81 <sup>3)</sup>	6.67±0.63	162.02	0.000
VCV 组 (n = 30)	5.90±0.66	10.23±1.76 <sup>3)</sup>	6.93±0.52 <sup>3)</sup>	212.17	0.000
F 值	1.59	0.21	0.72		
P 值	0.209	0.808	0.488		
组别	C <sub>ldyn</sub> /(mL/cmH <sub>2</sub> O)			F 值	P 值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG 组 (n = 30)	47.97±8.70	40.03±8.31 <sup>1)3)</sup>	46.97±8.40 <sup>1)</sup>	1 439.58	0.000
PCV 组 (n = 30)	46.97±8.08	36.17±7.87 <sup>1)3)</sup>	42.97±8.08 <sup>1)</sup>	3 783.57	0.000
VCV 组 (n = 30)	44.97±8.08	31.03±8.05 <sup>3)</sup>	38.97±8.08 <sup>3)</sup>	7 246.20	0.000
F 值	1.02	9.37	7.16		
P 值	0.366	0.000	0.001		

注: 1) 与 VCV 组比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 2) 与 PCV 组比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 3) 与  $T_1$  时点比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

表3 3组患儿气体交换指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 3 Comparison of gas exchange indexes among the three groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	P <sub>A-a</sub> O <sub>2</sub> /mmHg			F值	P值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG组(n=30)	55.13±8.76	73.03±9.86 <sup>†</sup>	75.03±9.86 <sup>†</sup>	695.37	0.000
PCV组(n=30)	56.10±8.79	74.03±9.95 <sup>†</sup>	76.03±9.95 <sup>†</sup>	697.79	0.000
VCV组(n=30)	57.10±8.79	76.10±10.07 <sup>†</sup>	77.87±10.81 <sup>†</sup>	769.68	0.000
F值	0.38	0.74	0.59		
P值	0.687	0.480	0.555		

  

组别	RI			F值	P值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG组(n=30)	0.20±0.05	0.31±0.05 <sup>†</sup>	0.31±0.05 <sup>†</sup>	1 330.76	0.000
PCV组(n=30)	0.20±0.06	0.32±0.06 <sup>†</sup>	0.32±0.05 <sup>†</sup>	1 582.38	0.000
VCV组(n=30)	0.21±0.05	0.33±0.05 <sup>†</sup>	0.33±0.06 <sup>†</sup>	1 583.01	0.000
F值	0.42	1.18	1.07		
P值	0.659	0.314	0.348		

  

组别	OI/mmHg			F值	P值
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>		
PCV-VG组(n=30)	457.50±31.01	451.23±30.14 <sup>†</sup>	442.23±29.38 <sup>†</sup>	396.02	0.000
PCV组(n=30)	456.27±29.13	446.27±29.13 <sup>†</sup>	441.23±29.38 <sup>†</sup>	990.18	0.000
VCV组(n=30)	455.03±30.81	447.13±30.77 <sup>†</sup>	438.27±29.32 <sup>†</sup>	624.24	0.000
F值	0.05	0.23	0.15		
P值	0.952	0.792	0.863		

注:†与T<sub>1</sub>时点比较,差异有统计学意义(P<0.05)。

### 3 讨论

小儿疝气是小儿外科中的常见疾病,腹腔镜疝修补术是目前治疗本病的常见方法,该术式操作简单,时间短,但术中需建立二氧化碳气腹,对患儿呼吸循环影响显著,对麻醉管理要求较高。

机械通气期间,小儿腹腔镜疝修补术中二氧化碳气腹的建立,使患儿膈肌上抬,导致患儿胸腔内压力和P<sub>peak</sub>升高,过度扩张患儿肺组织,明显提高的肺泡内压力,可导致患儿肺泡壁损伤,降低肺泡表面活性物质活性和肺血管基底膜损伤等,引发患儿肺泡破裂,增加患儿微血管通透性,导致肺损伤<sup>[8]</sup>。机械通气引发的气压伤、容量伤、不张伤和生物伤等,是机械通气相关性肺损伤的主要原因<sup>[9]</sup>。因此,寻找适宜的通气模式,以减少腹腔镜疝修补术患儿机械通气相

关性肺损伤,具有重要的意义。

本研究中,PCV-VG组和PCV组T<sub>2</sub>和T<sub>3</sub>时点P<sub>peak</sub>较VCV组降低,C<sub>ldyn</sub>较VCV组升高(P<0.05);与PCV组比较,PCV-VG组T<sub>2</sub>和T<sub>3</sub>时点P<sub>peak</sub>降低(P<0.05)。究其原因可能为:PCV-VG模式综合了VCV和PCV的优点,在确保吸入潮气量的前提下,应用PCV递减气流模式送气,智能化地根据患者VT<sub>insp</sub>、肺顺应性变化和气道阻力,自动调整气道压力水平和送气流速,能够以最低的P<sub>peak</sub>水平,满足麻醉医师预设的目标VT<sub>insp</sub>,在确保患者通气量的前提下,使患者气道压力水平降低。而P<sub>peak</sub>降低对腹腔镜手术气腹患儿气压伤的预防有利。传统的VCV正压通气模式,能保证有效的VT<sub>insp</sub>,但由于腹腔镜手术中二氧化碳气腹的作用,气腹时患者P<sub>peak</sub>升高,肺顺应性降低,患者肺泡过度膨胀,容易引起患

者肺组织机械性损伤。PCV 模式下预设的吸气压力, 在人工气腹时往往因吸气压力不足而致  $VT_{insp}$  减少, 而气腹压力释放后, 如未及时将气腹时提高的吸气压力调低, 则可能导致肺的气压伤。PCV-VG 模式可连续测定, 并依据患者的  $VT_{insp}$ 、肺顺应性变化和气道阻力, 智能化调整患者气道压力水平, 很大程度上增加了小儿腹腔镜疝修补术机械通气的安全性和便捷性, 同时, 也缓解了麻醉医师的临床工作负担和心理压力。

反映患者肺换气氧合功能的主要指标有:  $P_{A-a}O_2$ 、RI 和 OI。本研究中, 3 组间  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{A-a}O_2$ 、RI 和 OI 比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 与  $T_1$  时点比较, 3 组患儿  $T_2$  和  $T_3$  时点  $P_{A-a}O_2$  和 RI 升高, OI 降低 ( $P < 0.05$ )。提示: 随着机械通气时间的延长, 腹腔镜疝修补术患儿的肺换气氧合功能下降。本研究中, 3 组患儿机械通气时间较短 ( $< 60$  min)。陈小莉等<sup>[10]</sup>报道, 先天性心脏病婴幼儿在心脏手术中机械通气 60 min 后, 与 VCV 组比较, PCV-VG 组  $P_{A-a}O_2$  和 RI 降低, OI 升高 ( $P < 0.05$ ); 而朱春花等<sup>[11]</sup>报道, 腹腔镜手术患儿在气腹 120 min 后, 与 VCV 组比较, PCV-VG 组  $P_{A-a}O_2$  和 RI 降低, OI 升高 ( $P < 0.05$ )。提示: 随着机械通气时间的延长 ( $> 60$  min), PCV-VG 模式逐渐体现其改善肺换气氧合功能的优势。分析原因可能为: 在 PCV-VG 模式下, 患者气道压力在机械通气吸气初, 立即达到送气最大值, 并且可持续维持整个吸气相, 在最短的时间里充分地使患者小气道和肺泡组织开放, 气流模式逐步递减, 可更均一地通气, 气流分布整个肺野内, 平台压的持续维持, 更有利于氧的充分弥散。PCV-VG 模式与 PCV 模式长时间 ( $> 60$  min) 的机械通气, 对患者气体交换氧合功能的影响, 有待进一步的研究探讨。

综上所述, PCV-VG 模式可有效地降低  $P_{peak}$ , 改善肺顺应性, 更具安全性和优越性, 适用于小儿腹腔镜疝修补术。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 黄思玲, 丁登峰. 个体化 PEEP 滴定在腹腔镜手术的应用进展[J]. 医学理论与实践, 2023, 36(18): 3091-3094.
- [1] HUANG S L, DING D F. Progress in the application of individualized PEEP titration in laparoscopic surgery[J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2023, 36(18): 3091-3094. Chinese
- [2] 李坤, 殷国江, 黎笔熙, 等. 压力控制容量保证模式在全麻手术患者机械通气中的应用研究进展[J]. 山东医药, 2023, 63(17): 108-111.
- [2] LI K, YIN G J, LI B X, et al. Research progress on the application of pressure-controlled volume guarantee mode in mechanical ventilation of patients undergoing general anesthesia surgery[J]. Shandong Medical Journal, 2023, 63(17): 108-111. Chinese
- [3] LI G W, MA S X, SHU Q, et al. PCV-VG combined individualized PEEP determination in one-lung ventilated patients with PEEP step change direction: a randomized controlled trial[J]. Clin Respir J, 2024, 18(1): e13696.
- [4] 吕瑶, 张婵, 陈建华, 等. 压力控制容量保证通气模式在腹腔镜肝细胞癌切除术中的应用[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2023, 12(5): 528-533.
- [4] LÜ Y, ZHANG C, CHEN J H, et al. Application of pressure-controlled ventilation volume-guaranteed mode in laparoscopic hepatectomy for hepatocellular carcinoma[J]. Chinese Journal of Hepatic Surgery: Electronic Edition, 2023, 12(5): 528-533. Chinese
- [5] 陈盼盼, 马禾, 陈自洋. 压力控制容量保证通气模式在老年胰腺癌患者手术中的应用[J]. 中国临床研究, 2023, 36(12): 1857-1860.
- [5] CHEN P P, MA H, CHEN Z Y. Application of pressure-controlled ventilation-volume guaranteed in the operation of elderly patients with pancreatic cancer[J]. Chinese Journal of Clinical Research, 2023, 36(12): 1857-1860. Chinese
- [6] 马晓彤, 陈燕琪, 宋雨童, 等. 压力控制容量保证通气模式在腹腔镜袖状胃切除术中的应用[J]. 安徽医药, 2022, 26(11): 2270-2274.
- [6] MA X T, CHEN Y Q, SONG Y T, et al. Application of pressure-controlled volume-guaranteed ventilation mode in laparoscopic sleeve gastrectomy[J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2022, 26(11): 2270-2274. Chinese
- [7] 邢智, 张转, 张建友, 等. 基于 P-V 曲线个体化 LPVS 联合 PCV-VG 模式用于肺癌根治术单肺通气老年患者的优化效果[J]. 中华麻醉学杂志, 2023, 43(3): 317-321.
- [7] XING Z, ZHANG Z, ZHANG J Y, et al. Optimization efficacy of individualized LPVS based on P-V curve combined with PCV-VG mode for OLV in elderly patients undergoing radical resection of lung cancer[J]. Chinese Journal of Anesthesiology, 2023, 43(3): 317-321. Chinese
- [8] CRUZ F F, BALL L, ROCCO P R M, et al. Ventilator-induced lung injury during controlled ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome: less is probably better[J]. Expert Rev Respir Med, 2018, 12(5): 403-414.
- [9] 王月兰. 呼吸机相关性肺损伤影响因素及围术期精准肺保护通气策略研究进展[J]. 精准医学杂志, 2019, 34(6): 471-474.
- [9] WANG Y L. Research progress on influencing factors of

- ventilator-associated lung injury and perioperative precise lung protection ventilation strategy[J]. Journal of Precision Medicine, 2019, 34(6): 471-474. Chinese
- [10] 陈小莉, 魏利娟, 郭仲辉, 等. 压力控制容量保证用于婴幼儿先天性心脏病术中肺保护性通气的效果[J]. 实用医学杂志, 2020, 36(4): 470-474.
- [10] CHEN X L, WEI L J, GUO Z H, et al. Efficacy of PCV-VG mode for lung protective ventilation in infants with congenital heart disease undergoing cardiac operation[J]. The Journal of Practical Medicine, 2020, 36(4): 470-474. Chinese
- [11] 朱春花, 于健, 王本清, 等. 压力控制-容量保证通气联合右美托咪定对腹腔镜手术患儿的肺保护作用[J]. 中华麻醉学杂志, 2023, 43(3): 322-325.
- [11] ZHU C H, YU J, WANG B Q, et al. Lung-protective effect of pressure-controlled volume-guaranteed ventilation combined with dexmedetomidine in pediatric patients undergoing laparoscopic surgery[J]. Chinese Journal of Anesthesiology, 2023, 43(3): 322-325. Chinese
- (吴静 编辑)

**本文引用格式:**

许锦雄, 叶茜琳, 胡浩翔. 压力控制容量保证通气模式对腹腔镜疝修补术患儿呼吸力学及气体交换功能的影响[J]. 中国内镜杂志, 2024, 30(11): 24-30.

XU J X, YE Q L, HU H X. Effect of pressure controlled ventilation-volume guaranteed mode on respiratory mechanics and gas exchange function in pediatric patients undergoing laparoscopic herniorrhaphy[J]. China Journal of Endoscopy, 2024, 30(11): 24-30. Chinese