

PCV - VG 通气模式对腹腔镜直肠癌根治患者肺保护的影响

刘 红 于立强 张茂银 王光磊

摘要 目的 探讨 PCV - VG 通气模式对 Trendelenburg 体位腹腔镜直肠癌根治患者肺保护的影响。方法 选取择期腹腔镜下直肠癌根治患者 60 例,随机分成两组,即 VCV 组和 PCV - VG 组,每组 30 例。记录气腹前 5min(T_1)、气腹后 30min(T_2)、气腹后 60min(T_3)、气腹结束后 10min(T_4)各时点吸气峰压(Ppeak)、气道平均压(Pmean)、潮气量、呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)、平均动脉压(MAP)、心率(HR),采集各阶段动脉血进行分析,记录动脉血二氧化碳分压($PaCO_2$),计算动态肺顺应性(Cdyn)、氧合指数(OI)、肺泡 - 动脉血氧分压差($P_{A-a}DO_2$)及无效腔率(V_D/V_T);于诱导后、术毕及术后 24h 采集中心静脉血检测血清肺损伤标志物 CC16 和 KL-6,此外,随访患者术后 3 天肺部并发症(PPCs)情况。**结果** 与 T_1 时点比较,两组患者 T_{2-3} 时点 Ppeak、Pmean、 $PaCO_2$ 、 $P_{A-a}DO_2$ 、 V_D/V_T 、MAP 及 HR 均显著增高($P < 0.05$),Cdyn 和 OI 降低($P < 0.05$); T_{1-4} 时:PCV - VG 组较 VCV 组 Ppeak 明显降低($P < 0.05$),而 Cdyn 更高($P < 0.05$),两组 Pmean、 $PaCO_2$ 、 $P_{A-a}DO_2$ 、OI、 V_D/V_T 、MAP 及 HR 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。与诱导后比较,两组术毕及术后 24h 的 CC16 和 KL-6 血清含量上升($P < 0.05$),同一时点 PCV - VG 组 CC16 和 KL-6 值较 VCV 组显著降低($P < 0.05$)。术后 3 天两组 PPCs 发生状况比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 在 Trendelenburg 体位腹腔镜手术中,PCV - VG 通气模式可通过降低吸气峰压、提高肺顺应性来减少血清中肺损伤特异性指标水平,不逊于传统 VCV 通气模式。

关键词 PCV - VG 腹腔镜手术 Trendelenburg 体位 肺保护

中图分类号 R614.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2019.12.022

Effect of the PCV - VG Ventilation Mode on Pulmonary Protection in Patients Undergoing Radical Resection for Rectal Cancer under Laparoscopy. Liu Hong, Yu Liqiang, Zhang Maoyin, et al. Xuzhou Medical University, Jiangsu 221004, China

Abstract Objective To study the effect of the pulmonary protection of the PCV - VG ventilation mode in patients undergoing radical resection for rectal cancer under laparoscopy in Trendelenburg position. **Methods** Sixty patients with elective laparoscopic radical resection for rectal cancer were randomly divided into two groups: including control group (VCV group) and observation group (PCV - VG group). There were 30 cases in each group. Peak airway pressure (Ppeak), mean airway pressure (Pmean), the observed tidal volume (V_T), end tital pressure of carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$), mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) were recorded at 5 minutes before pneumoperitoneum (T_1), 30 and 60 minutes pneumoperitoneum respectively (T_2 and T_3), 10 minutes after desufflation (T_4). We collected arterial blood for analysis at each measuring time as well as recorded and calculated these indicators, including arterial partial pressure of carbon dioxide ($PaCO_2$), dynamic lung compliance (Cdyn), alveolar - arterial difference ($P_{A-a}DO_2$), oxygenation index (OI), dead space fraction (V_D/V_T). Moreover, central venous blood samples were taken after induction, immediatly at the end of operation and 24h after operation to measure the concentrations of CC16 and KL-6 in serum, and following up the incidence of postoperative complications of pulmonary complications (PPCs) after three days of operation. **Results** Compared with T_1 , Ppeak, Pmean, $PaCO_2$, $P_{A-a}DO_2$, V_D/V_T , MAP and HR increased significantly ($P < 0.05$), while Cdyn and OI decreased ($P < 0.05$) in both groups at T_{2-3} . Ppeak was lower ($P < 0.05$) and Cdyn was higher ($P < 0.05$) in PCV - VG group at T_{1-4} than that of VCV group, and there was no statistical difference in Pmean, $PaCO_2$, $P_{A-a}DO_2$, OI, V_D/V_T , MAP and HR between the two groups ($P > 0.05$). Compared with preoperative levels, CC16 and KL6 serum levels in both two groups increased immediatly at the end of operation and 24h after operation ($P < 0.05$). CC16 and KL-6 levels in the PCV - VG group were significantly lower than that of VCV group at same time point, which had statistical difference ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in postoperative pumonary complications after three days of operation between two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** For laparoscopic surgery in Trendelenburg position, PCV - VG ventilation mode was not inferior to

基金项目:江苏省自然科学基金资助项目(面上项目)(BK20181153)

作者单位:221004 徐州医科大学(刘红、于立强);221006 徐州医科大学附属医院麻醉科(张茂银、王光磊)

通讯作者:王光磊,电子邮箱:13852087156@163.com

trational VCV mode in its ability to reduce the level of specific indicators of lung injury in serum by reducing Ppeak and improving Cdyn.

Key words PCV - VG; Laparoscopic surgery; Trendelenburg position; Pulmonary protection

目前,腹腔镜已成为直肠癌根治的主要手术方式,其较传统开腹术式具有术野清晰、术后并发症少等优势。但术中建立的 CO₂ 气腹及 Trendelenburg 体位会造成腹内压升高,横膈向头侧移位,压缩肺组织,导致功能残气量(FRC)下降,加剧肺部通气血流(V/Q)比例失调,引起不同程度的肺功能损伤,影响预后,特别是并存心肺疾病的老年及肥胖患者^[1,2]。因此合理的机械通气方式既要保证术中正常通气量及氧合又要减少术后肺部并发症(PPCs)。容量控制通气(VCV)是手术室应用最普遍的通气模式,以恒速流量供气,易产生气压伤^[3]。压力控制容量保证通气(PCV - VG)是一种新型智能通气模式,联合了容控和压控的优点,能持续测定肺顺应性,在保证目标潮气量基础上降低吸气峰压,理论上可减少气压伤发生率^[4]。目前,有关两种通气模式用于 Trendelenburg 体位腹腔镜手术优缺点少见报道。本研究旨在观察腹腔镜下直肠癌根治术中,使用 PCV - VG 通气模式在肺保护方面是否优于 VCV 模式。

资料与方法

1. 一般资料:本研究已取得徐州医科大学附属医院伦理学委员会批准,并与患者签订知情同意书。选择徐州医科大学附属医院 2017 年 10 月 ~ 2018 年 10 月择期行腹腔镜直肠癌根治术患者 60 例,性别不限,患者年龄 50 ~ 70 岁,体重指数(BMI) 18 ~ 29 kg/m², ASA I 或 II 级,术前无长期吸烟及哮喘史、肺功能正常、胸片未示异常;采用数字表法随机将患者分为两组,即试验组(PCV - VG 组)和对照组(VCV 组),每组 30 例。

2. 方法:入室后常规监测 NIBP、SpO₂、ECG、熵指数,开放外周静脉,局部麻醉下行桡动脉穿刺置管进行有创动脉血压(IBP)监测;予咪达唑仑 0.05 mg/kg,依托咪酯 0.3 mg/kg,舒芬太尼 0.5 μg/kg,罗库溴铵 0.6 mg/kg 行麻醉诱导。插管后接 Mindray A7 麻醉机行机械通气。对照组采取 VCV 通气模式,实验组采取 PCV - VG 通气模式,潮气量设置 8 ml/kg,吸呼比(I:E)为 1:1.5,调节呼吸频率(RR)使 P_{ET}CO₂ 维持在 30 ~ 45 mmHg,氧流量为 2 L/min,FiO₂ 为 100%。体重按预计体重(predicted body weight, PBW)计:男性 PBW = 50 + 0.91 [身高(cm) - 152.4],女性 PBW = 45.5 + 0.91 [身高(cm) - 152.4]。静脉泵注丙泊

酚 4 ~ 6 mg/kg、瑞芬太尼 0.1 ~ 0.3 μg/(kg · min),顺式阿曲库铵 1 ~ 2 g/(kg · min),七氟醚 1% ~ 2% 持续吸入,维持熵指数 40 ~ 60。诱导后行右侧颈内静脉穿刺并置管。术中气腹压维持在 12 mmHg,调整体位头低足高 30°,气腹结束后恢复平卧位,术毕带管送入恢复室。

3. 观察指标:记录气腹前 5 min (T₁),气腹后 30 min (T₂),气腹后 60 min (T₃),气腹结束后 10 min (T₄)的气道峰压(Ppeak)、气道平均压(Pmean)、潮气量(V_T)、P_{ET}CO₂、MAP、HR,采集各阶段血气分析,记录 PaCO₂,通过以下公式计算动态肺顺应性(Cdyn)、肺泡 - 动脉血氧分压差(P_{A-a}DO₂)、氧合指数(OI)及无效腔率(V_D/V_T); Cdyn = V_T / (Ppeak - PEEP)、P_{A-a}DO₂ = (PB - PH₂O) × FiO₂ - PaCO₂/R - PaO₂; OI = PaO₂/FiO₂; V_D/V_T = 1.14 (PaCO₂ - P_{ET}CO₂) / (PaCO₂ - 0.005), PB 为大气压 760 mmHg、PBH₂O (室温下饱和水蒸汽压) 47 mmHg、R 为呼吸熵 0.8。分别在诱导后、术毕及术后 24 h 采集中心静脉血,血样离心后于 -80℃ 冰箱保存,用 ELISA 法检测血清肺损伤标志物 CC16 和 KL-6。随访患者术后 3 天肺部并发症(PPCs)情况,包括肺部感染、低氧血症(吸空气状态下 S_pO₂ < 90%)、呼吸衰竭、肺不张(依据术后 3 天胸片)。

4. 统计学方法:采用 SPSS 13.0 统计学软件对数据进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验;组内比较采用重复测量设计的方差分析。偏态分布则以中位数(M)或四分位间距(Q)表示,两组间比较采用 Mann - Whitney *U* 检验。计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般情况比较:两组患者在年龄、性别、ASA 分级及气腹时间等方面比较差异无统计学意义(*P* > 0.05),详见表 1。

2. 血流动力学指标比较:同一时点两组患者 MAP 及 HR 组间比较差异无统计学意义(*P* > 0.05),两组在 T₂、T₃、T₄ 时点 MAP 及 HR 均明显高于 T₁ 时点,差异有统计学意义(*P* < 0.05),详见表 2。

表 1 两组患者一般情况比较 ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

组别	男性/女性	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	ASA 分级(I/II)	FEV ₁ /FVC(%)	麻醉时间(min)	气腹时间(min)
VCV 组	21/9	64.04 ± 3.79	22.75 ± 1.56	11/19	88.31 ± 2.55	254.28 ± 13.84	228.64 ± 13.29
PCV - VG 组	20/10	63.76 ± 4.64	23.21 ± 1.25	10/20	88.40 ± 2.92	250.88 ± 11.61	226.00 ± 10.81

表 2 两组患者不同时点血流动力学指标比较 ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

指标	组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
MAP(mmHg)	VCV	79.72 ± 5.26	90.32 ± 4.59*	92.16 ± 3.74*	83.24 ± 5.02*
	PCV - VG	77.12 ± 5.48	88.12 ± 4.49*	90.80 ± 5.48*	82.32 ± 3.93*
HR(次/分)	VCV	59.36 ± 4.22	66.60 ± 2.77*	67.32 ± 2.45*	62.16 ± 2.72*
	PCV - VG	59.64 ± 3.75	66.44 ± 2.79*	67.56 ± 2.52*	62.84 ± 2.53*

与 T₁ 时点比较, * $P < 0.05$; 与 VCV 组比较, # $P < 0.05$

3. 呼吸力学指标比较: 两组在 T₂、T₃、T₄ 时点 Ppeak、Pmean 均明显高于 T₁ 时点, 而同时点 Cdyn 明显降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 同一时点 PCV - VG 组 Ppeak 明显低于 VCV 组, 而 Cdyn 明显高于 VCV 组 ($P < 0.05$), 两组患者 Pmean 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 详见表 3。

4. 氧合指标比较: 与 T₁ 时点比较, 两组在 T₂、T₃、T₄ 时点 P_{ET}CO₂、PaCO₂、P_{A-a}DO₂ 及 V_D/V_T 均增高 ($P < 0.05$), OI 降低 ($P < 0.05$); 各个时点两组间指标比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 详见表 4。

5. 血浆肺损伤标志物比较: 与诱导后比较, 两组患者术毕及术后 24h 血清 CC16 及 KL-6 浓度均明显升高, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); PCV - VG 组在术毕及术后 24h 血清 CC16 及 KL-6 浓度较 VCV 组明显减少 ($P < 0.05$), 详见表 5。

6. 术后肺部并发症 (PPCs) 情况: 两组患者在术后 3 天 VCV 组出现 1 例肺部感染, 4 例患者术后发生低氧血症 (吸空气状态下 SpO₂ 低于 90%), PCV - VG 组仅 2 例出现术后低氧血症, 两组患者均未出现呼吸衰竭、肺不张等肺部并发症, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 3 两组患者不同时点呼吸力学指标比较 ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

指标	组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Ppeak(cmH ₂ O)	VCV	14.84 ± 2.58	24.12 ± 2.89*	24.80 ± 3.10*	17.60 ± 2.38*
	PCV - VG	12.24 ± 0.97#	19.60 ± 2.61*#	20.04 ± 2.81*#	14.56 ± 2.08*#
Pmean(cmH ₂ O)	VCV	6.72 ± 0.79	8.96 ± 0.84*	9.60 ± 0.91*	7.80 ± 0.82*
	PCV - VG	6.44 ± 0.58	8.56 ± 0.71*	9.12 ± 0.83*	7.40 ± 0.87*
Cdyn(ml/cmH ₂ O)	VCV	34.11 ± 6.58	20.73 ± 4.00*	20.15 ± 3.85*	28.44 ± 4.77*
	PCV - VG	40.67 ± 5.97#	26.05 ± 5.10*#	25.85 ± 5.60*#	35.06 ± 6.62*#
V _T (ml)	VCV	493.40 ± 57.59	491.00 ± 57.13*	490.80 ± 56.88*	492.60 ± 57.27*
	PCV - VG	494.60 ± 59.07	491.92 ± 58.82*	492.12 ± 59.48*	493.84 ± 59.02*

与 T₁ 时点比较, * $P < 0.05$; 与 VCV 组比较, # $P < 0.05$

表 4 两组患者不同时点氧合指标比较 ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

指标	组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
P _{ET} CO ₂ (mmHg)	VCV	32.12 ± 1.88	35.12 ± 2.64*	37.20 ± 2.97*	34.20 ± 2.29*
	PCV - VG	32.12 ± 1.92	35.80 ± 1.96*	37.00 ± 1.89*	33.96 ± 1.43*
PaCO ₂ (mmHg)	VCV	36.08 ± 2.95	40.91 ± 3.49*	43.80 ± 4.06*	40.24 ± 4.33*
	PCV - VG	35.87 ± 2.41	40.30 ± 2.65*	42.48 ± 2.44*	39.21 ± 2.18*
P _{A-a} DO ₂ (mmHg)	VCV	120.20 ± 31.32	148.09 ± 32.15*	166.96 ± 34.26*	149.79 ± 34.84*
	PCV - VG	114.24 ± 33.01	142.41 ± 35.22*	165.90 ± 37.42*	135.56 ± 33.83*
OI(mmHg)	VCV	547.70 ± 31.33	514.21 ± 32.65*	493.47 ± 32.29*	511.29 ± 38.10*
	PCV - VG	553.91 ± 33.01	517.83 ± 35.43*	494.01 ± 37.79*	528.46 ± 34.18*
V _D /V _T (%)	VCV	12.16 ± 6.55	14.90 ± 6.99*	16.77 ± 8.10*	16.52 ± 7.45*
	PCV - VG	11.34 ± 4.97	13.20 ± 4.57*	14.33 ± 5.10*	15.23 ± 5.25*

与 T₁ 时点比较, * $P < 0.05$; 与 VCV 组比较, # $P < 0.05$

表 5 两组患者不同时点血清肺损伤标志物指标比较 ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

指标	组别	诱导后	术毕	术后 24h
CC16 ($\mu\text{g/L}$)	VCV	37.14 \pm 1.07	45.50 \pm 1.71 *	62.91 \pm 2.67 *
	PCV - VG	36.58 \pm 1.18	40.07 \pm 1.19 **	54.82 \pm 1.771 **
KL - 6 (U/ml)	VCV	197.96 \pm 11.13	252.63 \pm 9.66 *	282.31 \pm 9.74 *
	PCV - VG	195.26 \pm 10.55	229.79 \pm 7.70 **	252.74 \pm 8.13 **

与术前比较, * $P < 0.05$; 与 VCV 组比较, ** $P < 0.05$

讨 论

本研究发现在 Trendelenburg 体位腹腔镜手术中,使用 PCV - VG 通气模式不逊于传统的 VCV 通气模式。PCV - VG 在气腹及体位改变后能在保证目标潮气量的基础上降低气道峰压,提高患者肺顺应性,减少肺损伤。PCV - VG 模式已经被 Lin 等^[5]研究证实,在胸腔镜单肺通气期间相对于 VCV 模式可更好地改善氧合,降低 Ppeak,减少术中炎性介质的释放,与本研究结果比较,都显示出 PCV - VG 可以通过降低 Ppeak 来减轻肺损伤。

近年来腹腔镜由于其创伤小、恢复快等优势越来越流行,尽管气腹及体位的改变可能导致血流动力学和呼吸功能紊乱。为使腹腔镜下视野清晰及更好地暴露组织结构,通常需注入 CO₂,保持头低足高位,这些因素使横膈进一步上抬,加重肺底部组织压迫,减少 FRC,增加 Ppeak,可能引起气压伤,而气压伤可能导致气胸、纵隔气肿及心肺衰竭等严重后果^[6]。Eisner 等^[7]研究发现高 Ppeak 是肺损伤患者早期气压伤发生的主要危险因素。因此,本研究更关注腹腔镜手术机械通气对呼吸系统的影响,寻求有效的通气模式来减轻 VILI。VCV 仍是应用最多的通气模式,以恒速气流向患者送气,气道压逐渐上升,达到预设的潮气量进而转换为呼气相,此种模式在气道阻力增大或肺顺应性降低时需提高输出压力才能达到目标潮气量,此时气道峰压升高,易产生气压伤^[8]。

PCV - VG 目前已逐步用于临床,其联合了压控和容控的优势,在确保预先设置目标潮气量的基础上,输送气体时采用递减气流,且通气过程中会持续测定肺顺应性和气道阻力,调节下次 Ppeak 来适应肺顺应性变化,在保证分钟通气量充足的情况下减少气压伤^[4,9]。因此在腹腔镜手术中,PCV - VG 可以在保证分钟通气量的基础上使 Ppeak 尽可能降低,提高肺顺应性,这可以减少肺损伤,纠正通气血流分配,改善氧合。Dion 等^[10]比较了 3 种通气方式 VCV、PCV 及 PCV - VG 在青少年腹腔镜胃减容术中对呼吸功能的影响,证明了 PCV - VG 模式能降低 Ppeak,与本研究

结果一致。肺顺应性与 Ppeak 有关,气腹导致 Ppeak 升高,降低肺 Cdyn,使肺通气血流比例失调,可能引起 VILI,已有研究表明气腹及 Trendelenburg 体位使肺顺应性下降 45%^[11]。

本研究也证实了气腹对肺顺应性的负面影响及 PCV - VG 可提高患者的 Cdyn。Pmean 与肺泡通气及氧合功能有关,而过高的平均压使肺泡过度扩张易引起肺损伤^[12]。此研究表明气腹后 Pmean 升高,OI 明显下降,但 PCV - VG 模式在提高氧合功能这一方面并未显示出明显优势,这可能是本试验选取的患者术前无心肺功能异常的原因。Assad 等^[4]研究结果与本研究一致,PCV - VG 模式在 Trendelenburg 体位腹腔镜术中改善氧合功能、减少无效腔率 (V_D/V_T) 等方面较传统的 VCV 模式未见差异。P_{A-a}DO₂ 是反映肺弥散功能的指标,其值越大,说明肺损伤程度越重^[13]。

本研究发现气腹后二者都呈上升趋势,气腹结束后也尚未回归到基础值上,说明存在 VILI,其机制可能为全身麻醉下机械通气、气腹及头低脚高位等因素降低肺顺应性,减少 FRC,加重 V/Q 比例失调,甚至产生肺不张,影响肺内气体交换。本研究发现循环指标在气腹后虽提升但仍保持在合理范围内,说明患者对气腹状态下有良好的耐受性。本研究结果显示,PCV - VG 在提高机械通气患者肺内气体交换能力及调节循环方面未表现出明显优势,与白洁等^[14]研究结果一致。

CC16 是由细支气管黏膜上的 Clara 细胞分泌的一种肺特异性蛋白,主要存在于肺泡液中,其浓度约为外周血的 10000 倍,通过浓度差向外周血渗透,肺损伤时肺泡 - 毛细血管上皮通透性增高,外周血 CC16 水平升高^[15,16]。一项现场研究的数据表明,CC16 是臭氧诱导的肺上皮损伤的敏感标志物^[17]。Determann 等^[18]研究发现 CC16 可作为呼吸机相关性肺炎引起的 ALI/ARDS 肺损伤的潜在生物学标志物。KL - 6,即 II 型肺泡细胞表面抗原,主要于 II 型肺泡上皮细胞的顶端表达。在初始肺受损时,肺泡基膜上的 II 型肺泡上皮细胞增殖,KL - 6 表达增多,从而提

升外周血 KL-6 的血浆浓度^[19]。一项临床研究数据表明了 KL-6 可用于监测机械通气患者的早期肺损伤生物学标志物^[20]。本研究对不同时间血清中 CC16 及 KL-6 浓度分析证实,机械通气结束后两组患者血清 CC16 及 KL-6 水平较诱导后升高,说明存在 VILI,而 PCV-VG 组 CC16 及 KL-6 血清浓度较 VCV 组明显减少,证明 PCV-VG 能减轻 VILI。血清中特异性肺损伤生物学标志物水平变化的差距也表明了长时间 Trendelenburg 体位腹腔镜手术机械通气中,使用 PCV-VG 通气模式不次于 VCV 模式,甚至可能优于传统的 VCV 模式。

本研究两组患者术后 3 天 PCCs 发生率比较差异虽无统计学意义,但可观察到 PCV-VG 组 PCCs 发生例数少于 VCV 组,可能与纳入患者术前心肺功能正常、腹腔镜手术创伤轻、术后镇痛充分及样本量偏少等原因有关。若进一步加大样本量研究,可能得出 PCV-VG 通气模式在减少 PCCs 方面优于传统的 VCV 模式。

综上所述,在 Trendelenburg 体位腹腔镜手术中,PCV-VG 模式在降低 Ppeak、提高肺顺应性及减轻气压伤方面较 VCV 模式具有一定的优势,而在氧合、血流动力学及预防术后 PPCs 等方面,两者比较差异无统计学意义,由此可见,在腹腔镜直肠癌根治术中使用 PCV-VG 通气模式不逊于传统的 VCV 模式。此外,病态肥胖及伴有心肺功能受损的患者,在腹腔镜手术中更易发生 VILI,因此,PCV-VG 在这类患者是否有优势有待于进一步研究。

参考文献

- Andersson LE, Baath M, Thorne A, *et al.* Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography [J]. *Anesthesiology*, 2005, 102(2):293-299
- Phong SV, Koh LK. Anaesthesia for robotic-assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopy in the Trendelenburg position [J]. *Anaesth Intensive Care*, 2007, 35:281-285
- Mahmoud K, Ammar A. Comparison between pressure-regulated volume-controlled and volume-controlled ventilation on oxygenation parameters, airway pressures, and immune modulation during thoracic surgery [J]. *J Cardiothorac Vasc*, 2017, 31:1760-1766
- Assad OM, El Sayed AA. Comparison of volume-controlled ventilation and pressure-controlled ventilation volume guaranteed during laparoscopic surgery in Trendelenburg position [J]. *J Clin Anesth*, 2016, 34:55-61
- Lin F, Pan L, Qian W, *et al.* Comparison of three ventilatory modes during one-lung ventilation in elderly patients [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(6):9955-9960
- Szegedi LL, Bardoczky GI, Engelman EE, *et al.* Airway pressure changes during one-lung ventilation [J]. *Anesth Analg*, 1997, 84:1034-1037
- Eisner MD, Thompson BT, Schoenfeld D, *et al.* Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Airway pressures and early barotrauma in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 165:978982
- Wang JP, Wang HB, Liu YJ, *et al.* Comparison of pressure- and volume-controlled ventilation in laparoscopic surgery: a Meta-analysis of randomized controlled trial [J]. *Clin Invest Med*, 2015, 38(3):119-141
- 李昂, 李民. 机械通气在微创手术应用的研究进展 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(4):358-363
- Dion JM, McKee C, Tobias JD, *et al.* Ventilation during laparoscopic-assisted bariatric surgery: volume-controlled, pressure-controlled or volume-guaranteed pressure-regulated modes [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2014, 7(8):2242-2247
- Lian M, Zhao X, Wang H, *et al.* Respiratory dynamics and dead space to tidal volume ratio of volume-controlled versus pressure-controlled ventilation during prolonged gynecological laparoscopic surgery [J]. *Surg Endoscopy*, 2017, 31(9):3605-3613
- Kothari A. Pressure-controlled volume guaranteed mode improves respiratory dynamics during laparoscopic cholecystectomy: a comparison with conventional modes [J]. *Anesth Essays Res*, 2018, 12(1):206-212
- 庄心良, 曾因明, 陈伯銮. 现代麻醉学 [M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社, 2002:252-257
- 白洁, 马磊. 压力控制容量保证通气模式对妇科腹腔镜手术患者呼吸力学的影响 [J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2018, 39(10):934-937
- Wutzler S, Lehnert T, Laurer H, *et al.* Circulating levels of Clara cell protein 16 but not surfactant protein D identify and quantify lung damage in patients with multiple injuries [J]. *J Trauma*, 2011, 71(2):31-36
- 张坤, 韩丽莎. CC16 及其作用研究进展 [J]. *包头医学院学报*, 2008, 24(5):538-540
- Broeckaert F, Arsalane K, Hermans C, *et al.* Lung epithelial damage at low concentrations of ambient ozone [J]. *Lancet*, 1999, 353:900-901
- Determann RM, Mollo JL, Waddy S, *et al.* Plasma CC16 levels are associated with development of ALI/ARDS in patients with ventilator-associated pneumonia: a retrospective observational study [J]. *BMC Pulm Med*, 2009, 9:49
- Helleday R, Segerstedt B, Forsberg B, *et al.* Exploring the time dependence of serum clara cell protein as a biomarker of pulmonary injury in humans [J]. *Chest*, 2006, 130(3):672-675
- Determann RM, Royakkers AANM, Haitisma JJ, *et al.* Plasma levels of surfactant protein D and KL-6 for evaluation of lung injury in critically ill mechanically ventilated patients [J]. *BMC Pul Med*, 2010, 10:6

(收稿日期:2019-03-07)

(修回日期:2019-03-17)