

PCV - VG 对腹腔镜全子宫切除术患者呼吸力学及气体交换功能的影响

陈 凤 颜 明 张 萍

摘 要 **目的** 探讨 PCV - VG 对腹腔镜全子宫切除术患者呼吸力学及气体交换指标的影响。**方法** 选取择期行腹腔镜全子宫切除术患者 50 例,采用数字表法随机分为容量控制 (VCV) 组及压力控制容量保证 (PCV - VG) 组,设定相同呼吸参数,每组 25 例。分别记录插管后 5min (T_0)、建立气腹后每间隔 30min (分别为 $T_1 \sim T_4$) 及放气后 5min (T_5) 的吸入潮气量 (VT_{insp})、气道峰值压力 (P_{peak})、气道平均压 (P_{mean})、内源性呼气末正压 (PEEPi)、肺顺应性 (CL) 及呼气末二氧化碳分压 ($P_{ET}CO_2$) 的值。并于 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_4 、 T_5 5 个时间点行血气分析,记录 pH 值、 PaO_2 、 $PaCO_2$ 并计算出二氧化碳排出量 (VCO_2)、动脉血 - 呼气末二氧化碳分压差 ($P_{a-ET}CO_2$)、氧合指数 (OI) 及生理无效腔 (V_d/V_T)。比较拔管时间、术后 24h 肩背部疼痛情况及术后住院天数。**结果** PCV - VG 组患者 P_{peak} 、 $PaCO_2$ 及 $P_{ET}CO_2$ 的值均低于 VCV 组 ($P < 0.05$),而 P_{mean} 及 CL 值高于 VCV 组 ($P < 0.05$),PEEPi 仅在 T_1 、 T_3 时稍高,差异有统计学意义 ($P < 0.05$);PCV - VG 组患者 VCO_2 、 $P_{a-ET}CO_2$ 及 V_d/V_T 的值均低于 VCV 组,而 OI 值均高于 VCV 组 ($P < 0.05$)。与 T_0 时比较,两组除 VT 及 PaO_2 差异无统计学意义 ($P > 0.05$),其余指标变化差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 妇科腹腔镜下全子宫切除术中 PCV - VG 降低气道峰值压力,提高患者平均气道压,提高肺顺应性,改善血气结果,有利于 CO_2 排出,提高氧合且减少死腔量,更适合用于气腹伴头低脚高位的患者。

关键词 压力控制 - 容量保证 妇科腹腔镜 呼吸力学 气体交换指标

中图分类号 R614

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2019.08.032

Effect of Pressure Controlled Ventilation - volume Guaranteed Mode on Respiratory Mechanics and Gas Exchange Function during Patients Undergoing Total Laparoscopic Hysterectomy. Chen Feng, Yan Ming, Zhang Ping. Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Jiangsu 221006, China

Abstract **Objective** To investigate the effects of pressure controlled ventilation - volume guaranteed ventilation mode on respiratory mechanics and gas exchange parameters in patients undergoing total laparoscopic hysterectomy. **Methods** Fifty patients undergoing elective total laparoscopic hysterectomy were randomly divided into volume controlled ventilation (VCV) group and pressure controlled ventilation - volume guaranteed (PCV - VG) group. The same respiratory parameters were set in each group (25 cases). Inspiratory tidal volume (VT_{insp}) and peak airway pressure (P_{peak}), mean airway pressure (P_{mean}), intrinsic positive end - expiratory pressure (PEEPi), lung compliance (CL), and end expiratory carbon dioxide partial pressure ($P_{ET}CO_2$) were recorded at 5 minutes after induction of anesthesia in supine position (T_0), 30 minutes after stabilization of pneumoperitoneum (T_1), 60, 90 and 120 minutes after 30° Trendelenburg position with pneumoperitoneum respectively (T_2 , T_3 and T_4) and 5 minutes after desufflation (T_5). Blood gas analysis was performed at five time points T_0 , T_1 , T_2 , T_4 , and T_5 , and pH, PaO_2 , and $PaCO_2$ were recorded. Carbon dioxide output (VCO_2), arterial blood - end expiratory carbon dioxide partial pressure ($P_{a-ET}CO_2$), Oxygenation index (OI) and ratio of physiologic dead - space over tidal volume (V_d/V_T) were calculated and recorded. The time of extubation, postoperative shoulder pain at 24 hours, and postoperative hospital stay were compared. **Results** The values of P_{peak} , $PaCO_2$ and $P_{ET}CO_2$ in PCV - VG group were lower than those in VCV group ($P < 0.05$), while P_{mean} and CL values were higher than VCV group ($P < 0.05$). PEEPi was only slightly higher at T_1 and T_3 ($P < 0.05$). The values of VCO_2 , $P_{a-ET}CO_2$ and V_d/V_T in the PCV - VG group were lower than those in the VCV group, and the OI values were higher than those in the VCV group ($P < 0.05$). Compared with T_0 , there was no significant difference between the two groups except for VT and PaO_2 . **Conclusion** Total laparoscopic hysterectomy with PCV - VG reduces airway peak pressure, has a significant advantage in mean airway pressure, lung compliance, and blood gas results and promotes CO_2 excretion, increases oxygenation and reduces dead - space. It is suitable for patients with pneumoperitoneum in Trendelenburg position.

基金项目:江苏省教育厅高校省级重点实验室开放课题 (KJS08004)

作者单位:221006 徐州医科大学附属医院麻醉科

通讯作者:颜明,副教授,硕士生导师,电子信箱:yjy3001@163.com

Key words Pressure controlled ventilation – volume guaranteed; Total laparoscopic hysterectomy; Respiratory mechanics; Gas exchange index

近年来,妇科腹腔镜技术的日益进步减轻了对患者的创伤,降低了并发症的发生率,改善了预后,得到患者的认可。在手术过程中,CO₂气腹及头低脚高位使得患者的呼吸系统、心血管系统、神经系统等诸多方面均受到一定程度的影响,此外对患者的腹内器官、颅内压、眼内压及肩背部也表现出一定程度的影响^[1]。改善全身麻醉患者特别是气腹期间的通气状况,更应引起麻醉医生的高度注意。因此,许多临床工作者,在不断的全身麻醉实践中尝试不同的通气策略,以达到减轻对机体不良影响的目的。

传统的容量控制通气模式,已经满足不了腹腔镜手术的需求。近年来提出了肺保护性通气策略理论,将呼吸机相关性肺损伤降低至最低程度为目标来进行通气,PCV – VG 模式充分符合肺保护性通气策略理论的要求,它在通气过程中会连续测定肺顺应性和气道阻力,根据其力学变化自动调整送气流速和气道压力水平保证潮气量^[2]。本研究分析了 PCV – VG 通气模式在妇科腹腔镜手术中的应用效果及对患者术后短期恢复的影响,以期对腹腔镜手术通气模式的选择提供参考。

对象与方法

1. 研究对象:经徐州医科大学附属医院伦理学委员会批准(伦理号:XYFY2018 – KL044 – 01),选择2018年4~8月在徐州医科大学附属医院行择期妇科腹腔镜手术的患者50例(由计算样本量的软件Power and Sample Size Program 计算需要样本量为42例,考虑到10%的失访率,故选取50例患者)。所有患者均由同一组医生完成且术中控制呼吸超过2h,纳入标准:①ASA I ~ II级;②患者年龄40~65岁, BMI 18.5~23.9kg/m²,体重50~75kg;③妇科腹腔镜手术患者,术前无心血管疾病、精神及神经疾病史;④肺功能,心电图,肝脏、肾功能均无明显异常。排除标准:①严重阻塞性或限制性肺部疾病(定义为1秒内用力肺活量和用力呼气量小于预计值的50%);②严重心脑血管疾病;③非自愿、不能合作及交流或拒绝进行该临床研究。剔除标准:①手术因病情需要开腹者;②气腹时间不足120min者;③术中发生严重皮下气肿、气胸及高碳酸血症者。纳入患者采用数字表法随机分为两组($n=25$),即V组(VCV组)和P组(PCV – VG组)。本研究均采用同一台麻醉机

(Aespire View, 美国 Datex – Ohmeda, Inc.) 及监护仪(CARESCAPE Monitor B650, 芬兰 GE Healthcare Finland Oy.)。本研究均与患者或其直系亲属签署了知情同意书。

2. 治疗方法:(1)麻醉方法:实施每例麻醉前麻醉机都进行泄漏量自检,通过后备用。患者术前禁食8h、禁饮2h以上,入室后行无创血压、脉搏氧饱和度、心电图及熵指数(entropy)监测;开放外周静脉通路,局部麻醉下行左侧或右侧桡动脉穿刺置管进行有创动脉监测。所有患者常规面罩给氧去氮,在诱导前10min给予右美托咪定0.5μg/kg 负荷剂量^[3]。麻醉诱导采用静脉注射咪达唑仑0.05mg/kg、依托咪酯0.25mg/kg、舒芬太尼0.7μg/kg、罗库溴铵0.8mg/kg,面罩控制通气后,使用可视喉镜插入7.0mm 气管导管,听诊双肺呼吸音对称后固定并行机械通气。麻醉后两组患者均行腹横筋膜阻滞,分别在腋中线水平和肋骨下缘双侧4个部位均进行阻滞麻醉。(2)麻醉维持:调节微量泵苯磺顺阿曲库铵0.08~0.10mg/(kg·h)、丙泊酚2~6mg/(kg·h)、瑞芬太尼0.1~0.3μg/(kg·min),辅以吸入1%~2%的七氟烷维持血流动力学平稳,使血压在±20%波动。术中采用4个成串刺激(train – of – four stimulation, TOF)模式监测肌松程度,将肌松维持在中度水平。诱导后待TOF从0到TOF1出现后开始持续输注顺式阿曲库铵1μg/(kg·min),使TOF维持1~2,若TOF>2,则以5μg/(kg·min)的速率增药,直到TOF≤2后继续以1μg/(kg·min)的速率泵注。手术结束前30min停止给予七氟烷及苯磺顺阿曲库铵。(3)通气模式:V组采用VCV模式通气,P组采用PCV – VG模式通气,两组呼吸参数设置如下:潮气量(TV)设置为6~8ml/kg,吸呼比(I:E)为1:1.5,呼吸频率为13~16次/分,PEEP=0cmH₂O(1cmH₂O=0.098kPa),最大压力设置为40cmH₂O,采用空氧混合,氧浓度维持在50%左右。术中通过调节呼吸频率及潮气量,以便维持呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂) 在30~40mmHg(1mmHg=0.133kPa),将状态熵(SE)维持在40~60,且RE、SE两差值保持在10以内。麻醉过程中保持容量平衡,采用晶:胶=2:1的比例进行液体输注,维持尿量>1ml/(kg·h)。术中常规监测患者体温并在必要时使用患者升温系统

(3M™ Bair Hugger™ 动力充气型升温仪 750 型) 进行保温,维持患者鼻咽温度 为 36.0 ~ 37.0℃。术中人工 CO₂ 气腹压力不超过 14mmHg,患者取截石位,头低臀高 30°,加用体位垫使患者呈改良抬胸 Trendelenburg 体位(简称 T 位),放气后取水平仰卧位。手术结束后,两组患者均保留气管导管送至麻醉复苏室(PACU),待患者清醒并符合拔管指征后拔除气管导管。待患者生命体征平稳,达到出室标准后,将患者送回妇科病房继续治疗。

3. 观察指标:(1)记录两组患者一般临床资料、手术时间、气腹时间。(2)记录气管插管后 5min(T₀)、气腹建立后 30min(T₁)、60min(T₂)、90min(T₃)、120min(T₄)和放气后 5min(T₅)时的吸入潮气量(inspired tidal volume,VT_{insp})、气道峰值压力(peak airway pressure,P_{peak})、气道平均压(mean airway pressure,P_{mean})、内源性呼气末正压(intrinsic positive end-expiratory pressure,iPEEP)、肺顺应性(lung compliance,CL)及呼吸末二氧化碳分压(end expiratory carbon dioxide partial pressure,P_{ET}CO₂)。并在 T₀、T₁、T₂、T₄、T₅ 5 个时点行血气分析记录 pH 值、PaO₂、PaCO₂ 并由此计算出二氧化碳排出量(carbon dioxide output,VCO₂)及动脉血-呼气末二氧化碳分压差(arterial blood-end expiratory carbon dioxide partial pressure,P_{a-ET}CO₂)、氧合指数(oxygenation index,OI)及生理无效腔(ratio of physiologic dead-space over tidal volume,V_d/V_T)。比较拔管时间、术后住院天数、术后 24h 肩背部疼痛发生情况。

4. 计算公式:VCO₂=(P_{ET}CO₂×潮气量×呼吸频率)÷[(PB-PH₂O)×体重]其中,PB 为大气压力

760mmHg,PH₂O 为水蒸气压力 13mmHg,VCO₂ 单位为 ml/(kg·min),P_{ET}CO₂ 单位为毫米汞柱(mmHg),潮气量单位为毫升(ml),呼吸频率单位为次/分,体重单位为千克(kg)^[4]。OI=[(FIO₂×P_{mean}×100)/PaO₂]^[5];V_d/V_T=(PaCO₂-P_{ET}CO₂)/PaCO₂。

5. 统计学方法:采用 SPSS 21.0 统计学软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,一般资料比较采用独立样本 *t* 检验,计数资料的比较采用 χ^2 检验。组间及组内重复测量指标比较采用重复测量方差分析,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般资料比较:两组患者在性别、年龄、体重、身高、ASA 分级、手术时间等方面比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05),详见表 1。

表 1 两组患者一般资料和术中基本情况的比较 ($\bar{x} \pm s, n = 25$)

指标	P 组	V 组	<i>P</i>
年龄(岁)	49.9 ± 6.6	48.4 ± 5.5	0.18
身高(cm)	159.7 ± 5.5	160.0 ± 5.1	0.85
体重(kg)	59.8 ± 4.7	59.5 ± 3.8	0.79
ASA 分级(I/II)	18/7	17/8	0.76
气腹时间(min)	141.0 ± 13.5	139.2 ± 16.4	0.68

2. 术中呼吸力学指标:与 V 组比较,P 组患者 P_{peak} 在各个时点均较低,而 P_{mean} 在气腹后各时点及放气后 5min 时较高,PEEPi 仅在 T₁、T₃ 时稍高,整个手术过程中 P 组 CL 均高于 V 组。与同组 T₀ 时点比较,两组患者气腹后各时间点 P_{peak} 明显升高,放气后降低,P_{mean} 的变化类似于 P_{peak}。气腹后 CL 明显降低,放气后升高,差异有统计学意义(*P* < 0.05,表 2)。

表 2 两组患者呼吸力学指标的变化 ($\bar{x} \pm s, n = 25$)

指标	组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
VT _{insp} (ml)	P 组	435.5 ± 36.1	432.8 ± 38.1	431.6 ± 38.1	434.2 ± 34.6	432.9 ± 38.2	436.8 ± 34.4
	V 组	425.2 ± 28.2	426.6 ± 26.1	425.8 ± 26.9	427.6 ± 25.8	426.5 ± 26.4	425.9 ± 25.0
P _{peak} (cmH ₂ O) ^Δ	P 组	12.9 ± 1.2 [*]	20.8 ± 2.2 ^{*#}	21.2 ± 2.4 ^{*#}	21.8 ± 2.2 ^{*#}	21.6 ± 2.0 ^{*#}	14.8 ± 1.4 ^{*#}
	V 组	14.7 ± 1.6	22.9 ± 2.8 [#]	23.3 ± 1.9 [#]	23.2 ± 2.3 [#]	23.6 ± 2.1 [#]	15.8 ± 1.8 [#]
P _{mean} (cmH ₂ O)	P 组	7.0 ± 0.8	10.0 ± 1.3 ^{*#}	10.4 ± 1.1 ^{*#}	10.5 ± 1.1 ^{*#}	10.5 ± 1.1 ^{*#}	7.9 ± 1.0 ^{*#}
	V 组	6.6 ± 0.8	8.3 ± 0.8 [#]	8.6 ± 0.7 [#]	8.6 ± 0.6 [#]	9.0 ± 0.9 [#]	7.0 ± 0.5 [#]
iPEEP(cmH ₂ O)	P 组	2.5 ± 0.5	2.2 ± 0.4 ^{*#}	2.1 ± 0.3 [#]	2.2 ± 0.4 ^{*#}	2.1 ± 0.3 [#]	2.6 ± 0.5
	V 组	2.6 ± 0.5	2.1 ± 0.2 [#]	2.0 ± 0.0 [#]	2.1 ± 0.1 [#]	2.0 ± 0.0 [#]	2.7 ± 0.5
CL(ml/cmH ₂ O)	P 组	44.2 ± 4.2 [*]	24.5 ± 3.6 ^{*#}	23.5 ± 3.7 ^{*#}	22.9 ± 3.4 ^{*#}	23.6 ± 3.0 ^{*#}	36.1 ± 4.4 ^{*#}
	V 组	37.6 ± 3.3	20.7 ± 1.7 [#]	20.3 ± 1.8 [#]	20.2 ± 2.0 [#]	20.2 ± 2.0 [#]	31.3 ± 3.6 [#]

与 V 组在同一时间点比较,**P* < 0.05;^Δ1cmH₂O = 0.098kPa;与同组中的 T₀ 比较,[#]*P* < 0.05

2. 术中血气分析结果:两组患者 pH 值及 PaO₂ 比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。与 V 组比较,P

组 PaCO₂ 在各个时点均较低。与 T₀ 比较,两组患者 pH 值在气腹后逐渐降低,放气后稍有回升,但仍低于

T₀ 时点的值。对 PaCO₂ 而言,与 T₀ 比较气腹后逐渐增高,放气后稍降低但仍高于 T₀ 时点的值,差异有统计学意义($P < 0.05$,表 3)。

表 3 两组患者血气分析参数比较 ($\bar{x} \pm s, n = 25$)

指标	组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₄	T ₅
pH 值	P 组	7.43 ± 0.02	7.39 ± 0.03 ^{*#}	7.37 ± 0.21 [#]	7.36 ± 0.02 [#]	7.38 ± 0.24 [#]
	V 组	7.44 ± 0.02	7.37 ± 0.02 [#]	7.36 ± 0.22 [#]	7.35 ± 0.02 [#]	7.38 ± 0.34 [#]
PaO ₂ (mmHg)	P 组	265.9 ± 43.5 [*]	259.7 ± 24.8	268.5 ± 29.6	266.4 ± 28.5	248.7 ± 29.2 [*]
	V 组	280.7 ± 31.2	262.5 ± 32.3	278.6 ± 29.2	276.7 ± 24.2	256.8 ± 25.4
PaCO ₂ (mmHg)	P 组	33.4 ± 1.6 [*]	37.7 ± 1.8 ^{*#}	39.3 ± 1.8 ^{*#}	39.8 ± 1.3 ^{*#}	36.6 ± 1.7 ^{*#}
	V 组	35.8 ± 1.9	40.5 ± 1.9 [#]	41.9 ± 1.6 [#]	42.4 ± 1.8 [#]	39.6 ± 2.2 [#]

与 V 组在同一时间点比较,^{*} $P < 0.05$;与同组中的 T₀ 比较,[#] $P < 0.05$

4. 术中气体交换指标:两组患者 P_{ET}CO₂、P_{a-ET}CO₂、OI 及 V_d/V_T 在各个时点比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),VCO₂ 在 T₁ ~ T₅ 时比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。与 T₀ 比较,各指标 T₁ ~ T₅ 时点值比较差异均有统计学意义($P < 0.05$,表 4)。其中 V_d/V_T 在术中随着气腹逐渐增加,到 T₂ 时达到相对稳定状态。

表 4 两组患者气体交换指标的比较 ($\bar{x} \pm s, n = 25$)

指标	组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
P _{ET} CO ₂ (mmHg)	P 组	31.2 ± 1.0	32.5 ± 1.9 ^{*#}	33.2 ± 1.8 ^{*#}	33.6 ± 1.5 ^{*#}	34.0 ± 1.2 ^{*#}	31.8 ± 1.1 [*]
	V 组	31.4 ± 1.2	34.4 ± 1.6 [#]	34.5 ± 1.6 [#]	34.8 ± 1.5 [#]	34.9 ± 1.2 [#]	32.8 ± 2.1 [#]
VCO ₂ [ml/(kg · min)]	P 组	3.8 ± 0.4	4.1 ± 0.4 ^{*#}	4.2 ± 0.3 ^{*#}	4.2 ± 0.3 ^{*#}	4.2 ± 0.3 ^{*#}	3.9 ± 0.3
	V 组	4.0 ± 0.3	4.4 ± 0.3 [#]	4.5 ± 0.3 [#]	4.5 ± 0.5 [#]	4.6 ± 0.6 [#]	4.3 ± 0.5 [#]
P _{a-ET} CO ₂ (mmHg)	P 组	3.8 ± 0.8 [*]	5.2 ± 0.4 ^{*#}	6.0 ± 0.9 ^{*#}	—	5.8 ± 0.6 ^{*#}	5.6 ± 1.3 ^{*#}
	V 组	4.8 ± 0.7	6.0 ± 0.3 [#]	7.4 ± 1.3 [#]	—	7.7 ± 1.4 [#]	6.8 ± 1.3 [#]
OI	P 组	1.54 ± 0.42 [*]	2.00 ± 0.36 ^{*#}	2.03 ± 0.42 ^{*#}	—	2.05 ± 0.37 ^{*#}	1.67 ± 0.29 [*]
	V 组	1.22 ± 0.20	1.53 ± 0.24 [#]	1.61 ± 0.19 [#]	—	1.65 ± 0.18 [#]	1.28 ± 0.16
V _d /V _T (%)	P 组	11.44 ± 2.05 [*]	13.93 ± 2.33 [#]	15.31 ± 2.06 ^{*#}	—	15.03 ± 1.21 ^{*#}	15.18 ± 2.90 ^{*#}
	V 组	13.25 ± 1.76	14.92 ± 1.56 [#]	17.67 ± 2.79 [#]	—	18.06 ± 3.01 [#]	17.02 ± 2.98 [#]

与 V 组在同一时间点比较,^{*} $P < 0.05$;与每组中的 T₀ 比较,[#] $P < 0.05$

5. 术后临床恢复指标:两组患者拔管时间及术后住院天数差异无统计学意义。两组患者均未发生术后呼吸抑制,其中 V 组出现轻度皮下气肿 1 例,P 组 0 例,差异无统计学意义;P 组和 V 组术后 24h 均未出现明显肩背部疼痛。

讨 论

腹腔镜手术时气腹增加腹内压,膈肌上抬导致胸内压升高,肺扩张受限,肺顺应性下降,气道压增高,生理性死腔增加,通气灌注 V/Q 比例失调。对于需要头低位的患者这些改变更加明显。头低位降低 20% 的肺顺应性,而头低气腹会使肺顺应性降低 30%^[6]。由于术中 CO₂ 气腹的作用,传统的容量控制通气模式常出现 P_{peak} 过高,肺泡过度膨胀,容易导致肺组织机械性损伤。本研究也证实在气腹期间,由于腹膜对 CO₂ 的吸收腹腔膨胀,出现随着气腹建立 PaCO₂ 逐渐升高的现象。

PCV - VG 具有压力支持通气的优点,但仍然是容量控制型,能保证足够的肺泡通气。PCV - VG 是

结合 VCV 和 PCV 通气模式优点的一种智能化通气模式,其吸气相采用减速波形,在吸气相早期输送大部分预设潮气量,气道压力波形呈方形,在潮气量、吸气时间、呼吸频率和呼吸比设置相同的情况下,应用减速气流较恒速气流产生的气道压力更低,从而减少气压伤的发生^[7]。本研究证实了其在降低气道峰值压力及提高患者肺顺应性上的优势,且 PCV - VG 能降低血气中 PaCO₂ 的含量,维持术中相对稳定的 P_{ET}CO₂ 并减少气腹中 CO₂ 的吸收。本研究还表明 PCV - VG 能提高患者的氧合指数并降低生理性死腔量。Kothari 等^[8]研究也表明,PCV - VG 在改善患者肺顺应性降低患者气道峰值压力上较传统的 VCV 通气模式占优势。

内源性呼气末正压(PEEPi)的实质是呼气末肺泡内压高于大气压的状态。一般来说 PEEPi 在 0.5 ~ 10.0cmH₂O 范围内不会引起动脉氧分压及循环的变化。本研究中 PEEPi 均 ≤ 3cmH₂O,并未表现出对患者呼吸及循环的明显影响。Freebairn 等^[9]总结出

PEEPi 的发生的原因有:①呼气气流受限;②肺顺应性增加;③呼气时间缩短。本研究中两组均存在低水平的 PEEPi 可能与呼气时间稍短有关,尚需进一步研究证实。且 PCV - VG 组 PEEPi 值稍高于 VCV 组,可能的原因是 PCV - VG 组患者肺顺应性较高。

二氧化碳排出量 (VCO_2) 是反映机体代谢程度的指标之一。该研究表明,随着气腹的建立,术中 VCO_2 呈上升趋势,到气腹后约 60min 左右达相对稳定状态,这与既往研究结果相符。当机体活动度增加或处于应激状态时,机体的氧耗增加, CO_2 的产生必然增多。因此测定 CO_2 的排出量可以间接的反映机体的氧耗量,并通过 CO_2 产出量和氧耗量估计出机体的应激反应程度和机体的功能状态^[10]。本研究两组患者比较,PCV - VG 能降低 VCO_2 的值,间接表明氧耗量较 VCV 组低。

$P_{a-ET}CO_2$ 是指 P_aCO_2 与 $P_{ET}CO_2$ 的差值,影响 $P_{a-ET}CO_2$ 的直接因素是无效通气,其值越大表明无效通气越多。李坤等^[7] 研究显示,在后腹腔镜手术患者中 PCV - VG 模式组在气腹后 60min 及 120min 时间点 $P_{a-ET}CO_2$ 值低于 VCV 模式组,说明随气腹时间延长 PCV - VG 通气模式下 $P_{ET}CO_2$ 与 P_aCO_2 的差异更小,可以更好地降低无效通气,有助于 CO_2 的排出。本研究中 PCV - VG 组患者在各时间点 $P_{a-ET}CO_2$ 值均低于 VCV 模式组,表明在气腹且头低脚高位状态下,PCV - VG 这一通气模式能更好地减少无效腔通气,这与本研究计算出的 V_d/V_T 值的趋势相吻合。

妇科腹腔镜手术中气腹使膈肌上抬,致使膈肌纤维受到牵拉,使分布于其中的膈神经受到刺激。另一方面, CO_2 气体和水分相互作用转变为碳酸,刺激膈神经。由于膈神经和支配肩部皮肤的神经共同位于 C3,因而膈神经受到刺激时会反射性的引起肩部疼痛^[11]。既往研究中由于体位不当及术中高碳酸血症,术后肩背部疼痛的发生率较高。本研究中由于采取了相应的保护措施,因此术后 24h 两组患者均无明显的术后肩背部疼痛。

PCV - VG 做为一种较新的呼吸模式,由于受设备的影响,目前尚未普及且较少应用在妇科腹腔镜手术中。妇科腹腔镜手术独特之处在于它头低脚高位的特殊体位,联合气腹时会对呼吸、循环等各个系统产生较大的影响,因此需要寻找到更适宜的通气模式。本研究证实了 PCV - VG 应用在妇科腹腔镜下全子宫切除术中的优势,对以后临床上通气模式的选

择有一定的参考意义。

本研究与 VCV 组比较,PCV - VG 能降低气道阻力,提高患者动态 CL;PCV - VG 能改善血气结果,降低 $P_{a-ET}CO_2$ 值,使 $P_{ET}CO_2$ 用于反映 P_aCO_2 时的误差缩小,减少无效腔通气量,进而改善患者的气体交换功能。本研究局限性在于患者的吸入氧浓度维持在 50% 左右,并未研究在不同氧浓度下,呼吸、循环等各个指标是否能维持在相对稳定的范围;所选手术类型时间不长,无法探讨在长时气腹 (>3h) 手术中,两种通气模式是否有差别。此外,本研究只研究了 PCV - VG 对非老年且体重指数在正常范围内的患者的影响,对于老年及肥胖患者,本身肺顺应性差,心肺代偿能力差,PCV - VG 在此类手术中是否有优势,有待于进一步研究。

参考文献

- 杨斌. 妇科腹腔镜手术对机体的影响和麻醉方法进展[J]. 医疗装备, 2017, 4: 195 - 196
- 段霞光, 黄再青, 郝春光, 等. 腹腔镜术中 PRVC 呼吸模式的应用研究[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(3): 375 - 378
- Sharma N, Mehta N. Therapeutic efficacy of two different doses of dexmedetomidine on the hemodynamic response to intubation, the intubating conditions, and the effect on the induction dose of propofol: a randomized, double - blind, placebo - controlled study[J]. Anesth Essays Res, 2018, 12(2): 566 - 571
- 罗中兵, 张燕辉, 阮剑辉, 等. 侧卧位腹膜后气腹对二氧化碳排出量的影响[J]. 中国内镜杂志, 2015, 21(9): 956 - 958
- Assad OM, El Sayed AA, Khalil MA. 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
- 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, 4: 358 - 363
- 李坤, 罗爱林, 黎笔熙, 等. 压力控制容量保证通气模式对后腹腔镜手术患者呼吸力学的影响[J]. 华南国防医学杂志, 2017, 5: 305 - 308
- Kothari A, Baskaran D. 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
- Freebairn SH, Imlay R, Barrett E, et al. A lung model to demonstrate dynamic gas trapping and intrinsic positive end - expiratory pressure at realistic ventilation settings[J]. Anaesth Intens Care, 2017, 45(6): 752 - 757
- Kagan I, Zusman O, Bendavid I, et al. Validation of carbon dioxide production (VCO_2) as a tool to calculate resting energy expenditure (REE) in mechanically ventilated critically ill patients: a retrospective observational study[J]. Crit Care, 2018, 22(1): 186 - 191
- Ryu K, Choi W, Shim J, et al. The impact of a pulmonary recruitment maneuver to reduce post - laparoscopic shoulder pain: a randomized controlled trial[J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2017, 208: 55 - 60

(收稿日期: 2018 - 10 - 24)

(修回日期: 2018 - 10 - 29)