

· 全科临床研究 ·

## 肺保护性通气用于老年腹腔镜结直肠癌手术患者的临床观察

李颖<sup>1</sup>, 张铁峰<sup>2</sup>, 蒋海斌<sup>1</sup>, 柴金花<sup>1</sup>

1. 兰州市第一人民医院麻醉科, 甘肃 兰州 730050; 2. 陕西省肿瘤医院麻醉科, 陕西 西安 710061

**摘要:** **目的** 探讨肺保护性通气策略(LPVS)用于老年腹腔镜结直肠癌手术患者对肺功能改善效果及术后肺部并发症(PPCs)发生情况。**方法** 回顾性分析2017年10月—2018年10月兰州市第一人民医院和陕西省肿瘤医院60例老年腹腔镜结直肠癌手术患者临床资料,根据不同通气模式分为观察组和对照组,每组30例。气腹期间观察组以VT 6 mL/kg + 5 cm H<sub>2</sub>O呼气末正压(1 cm H<sub>2</sub>O = 0.098 kPa)及每隔30 min一次肺复张的模式通气,对照组以VT 6 mL/kg模式通气。记录气管插管后1 min(T1)、建立人工气腹后60 min(T3)、手术结束前5 min(T4)、拔管后10 min(T5)氧合指标;T1、建立人工气腹后5 min(T2)、T3、T4呼吸力学指标;术后48 h及7 d内PPCs发生情况。**结果** 与T1时刻比较,T4、T5时刻PaO<sub>2</sub>明显下降;与对照组比较,T3时刻观察组PaO<sub>2</sub>明显升高,PA-aDO<sub>2</sub>明显降低,OI明显升高。与T1时刻比较,T2、T3时刻2组Cdyn明显降低,Ppeak明显增高,T2、T3时刻对照组P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>明显升高;与对照组比较,T2、T3时刻观察组Cdyn明显升高,T2~T4时刻观察组Ppeak明显下降。术后48 h观察组肺部感染、低氧血症的发生率明显低于对照组;2组患者肺不张、延迟拔管率比较差异无统计学意义;术后7 d 2组PPCs发生率比较差异无统计学意义。**结论** LPVS用于老年腹腔镜结直肠癌手术患者能改善肺功能,明显减少PPCs发生。

**关键词:** 肺保护性通气;老年患者;腹腔镜结直肠癌手术;肺功能;术后肺部并发症

**中图分类号:** R614.24 R735.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-4152(2019)10-1673-05

**DOI:** 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.001026

### Clinical observation of lung protective ventilation in elderly patients undergoing laparoscopic colorectal cancer surgery

LI Ying, ZHANG Tie-feng, JIANG Hai-bin, et al.

Department of Anesthesiology, the First Hospital of Lanzhou City, Lanzhou, Gansu 730050, China

**Abstract:** **Objective** To probe into the effect of lung protective ventilation strategy (LPVS) on improving pulmonary function and occurrence of postoperative pulmonary complications (PPCS) in elderly patients undergoing laparoscopic colorectal cancer surgery. **Methods** The clinical data of 60 elderly patients undergoing laparoscopic colorectal cancer surgery in the First People's Hospital of Lanzhou city and Shaanxi provincial Cancer Hospital from October 2017 to October 2018 were retrospectively analyzed. Both the observation group and the control group included 30 cases. During the pneumoperitoneum period, the observation group was ventilated with VT 6 mL/kg combined with 5 cm H<sub>2</sub>O positive end-expiratory pressure (PEEP) and received lung recruitment every 30 minutes, while the control group was ventilated with VT 6 mL/kg mode ventilation. The oxygenation indexes were recorded 1 minute after tracheal intubation (T1), establishment of artificial pneumoperitoneum 60 minutes (T3), 5 minutes before the end of operation (T4) and 10 minutes after extubation (T5). Respiratory mechanics indexes were recorded at T1, establishment of artificial pneumoperitoneum 5 minute (T2), T3, T4. The PPCs were recorded within 48 hours and 7 days after surgery. **Results** Compared with T1, the partial pressure of O<sub>2</sub> (PaO<sub>2</sub>) values of both groups were significantly decreased at T4 and T5. Compared with control group, the PaO<sub>2</sub> values was significantly increased, calculated alveolar-arterial oxygen partial pressure (PA-aCO<sub>2</sub>) was significantly decreased, whereas the oxygenation index (OI) was significantly increased in observation group at T3. T1, dynamic lung compliance (Cdyn) of both groups were significantly decreased and the airway peak pressure (Ppeak) of both groups were significantly increased at T2 and T3, end-tidal carbon dioxide pressure (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) of control group was significantly increased at T2 and T3. Compared with control group, Cdyn was significantly increased in observation group at T2 and T3, Ppeak was significantly decreased in observation group at T2, T3 and T4. The incidence of pulmonary infection and hypoxemia in observation group was significantly lower than that in control group 48 hours after operation, and there was no significant difference in atelectasis and delayed extubation between the two groups. There was no significant difference in PPCs between the two groups on the 7 day after operation. **Conclusion** For elderly patients undergoing laparoscopic colorectal cancer surgery, LPVS can improve pulmonary function and significantly reduce the incidence of PPCs.

**Key words:** Lung protective ventilation; Elderly patients; Laparoscopic colorectal cancer surgery; Pulmonary function; Postoperative pulmonary complications

经过30年的不断发展,微创手术以腹腔镜为平台

取得了长足的进步,尤其在胃肠外科领域,随着手术量的增多和技术的创新,腔镜率不断提高,同时制定了手术入路、全腔镜手术、3D腹腔镜等手术指南<sup>[1-2]</sup>。腹腔镜结直肠癌根治术能实现与开腹结肠癌根治术等同的

基金项目:甘肃省科技支撑-社会发展类项目(1604FKCA091)

通信作者:张铁峰,E-mail:66801996@qq.com

效果,且创伤小、恢复快,已逐渐成为结直肠癌手术治疗的首选术式<sup>[3]</sup>。

随着中国社会迈向老龄化,越来越多的老年患者接受了腹腔镜结直肠癌根治术。然而,腹腔镜手术中的人工气腹往往会影响老年患者的呼吸循环功能,可导致肺顺应性降低、气道压增高、术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)增多,而PPCs,特别是急性肺损伤(acute lung injury, ALI)是老年患者术后死亡的重要原因之一<sup>[4-5]</sup>。基于传统通气策略存在的弊端,研究显示,肺保护性通气策略(lung protective ventilation strategy, LPVS)能够改善肺顺应性及氧合功能<sup>[6]</sup>。然而LPVS对老年患者腹腔镜结直肠癌根治术的研究较少。本研究旨在观察LPVS用于老年腹腔镜结直肠癌手术患者对肺功能改善效果及PPCs的发生情况,探讨其可行性和有效性,为临床提供参考。

## 1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析2017年10月—2018年10月期间在兰州市第一人民医院和陕西省肿瘤医院就诊并择期行腹腔镜结直肠癌根治术治疗的60例患者的临床资料。纳入标准:①ASA分级I~II级;②年龄65~75岁;③既往无慢性心肺疾病史;④术前胸部CT、动脉血气分析、肺功能基本正常。排除标准:①存在肺大泡、高颅压等不能使用呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)通气模式者;②有开胸及肺部手术史者;③病灶无法切除,改为开腹结直肠癌根治术或造瘘术;④患者拒绝配合,自愿退出。手术均由同一组医生实施,术中控制呼吸时间>2h。根据不同通气模式分为2组:观察组(LPVS组)和对照组[容量控制模式(VCV)组],每组30例。本研究由兰州市第一人民医院和陕西省肿瘤医院伦理委员会批准实施,患者及家属同意参加本研究并签署知情同意书。

1.2 麻醉方法 患者均使用全凭静脉麻醉。术前均未使用药物,入手术室后开放外周静脉通路,输注乳酸林格液。监测心率(HR)、呼吸(RR)、无创血压(BP)、脉搏氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)、脑电双频指数(BIS)。在局麻下行桡动脉穿刺置管用于动脉血气的采集及有创动脉压的监测。麻醉诱导:咪唑安定0.04 mg/kg、舒芬太尼0.4 μg/kg、依托咪酯0.2 mg/kg、顺式阿曲库铵0.2 mg/kg。面罩辅助加压通气,待患者意识消失、肌肉松弛度达到插管指征后进行可视下气管插管,插管成功后连接呼吸机进行机械通气。气腹时设定气腹压力为12 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa),并根据手术需要调整体位为头低脚高位(Trendelenburg体位)。麻醉维持:术中使用异丙酚2 mg/(kg·h)、瑞芬太尼0.2 μg/(kg·min)、顺式阿曲库铵0.1~0.15 mg/(kg·h)

持续泵入。必要时使用血管活性药物,维持HR和MBP波动幅度不超过基础值的20%,维持术中BIS值在40~60。手术结束后待意识恢复、自主呼吸良好后,拔出气管导管,送入麻醉恢复室(PACU)。

1.3 机械通气方案 麻醉诱导后开始机械通气,2组患者均采用容量控制模式(volume controlled ventilation, VCV),VT 8 mL/kg、RR 12次/min、I:E为1:2、氧流量2 L/min、FiO<sub>2</sub> 60%。术中I:E、FiO<sub>2</sub>不做调整。建立人工气腹后,观察组VT改为6 mL/kg,RR仍为12次/min,加用5 cm H<sub>2</sub>O PEEP(1 cm H<sub>2</sub>O=0.098 kPa),同时每隔30 min给予一次肺复张来控制通气,术中气道压控制在10~25 cm H<sub>2</sub>O, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>维持在30~40 mm Hg;对照组VT改为6 mL/kg、RR改为15~18次/min控制通气,术中气道压控制及P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>维持与观察组相同。人工气腹结束后2组患者均恢复为气腹前通气模式。拔管后行面罩吸氧,氧流量改为6 L/min,直至离开PACU。

1.4 观察指标 记录患者气管插管后1 min(T1)、建立人工气腹后60 min(T3)、手术结束前5 min(T4)、拔管后10 min(T5)时刻的动脉氧分压(PO<sub>2</sub>),计算肺泡-动脉血氧分压差(PA-aDO<sub>2</sub>)、呼吸指数(RI)、氧合指数(OI),方法如下:①PA-aDO<sub>2</sub>=(PB-PH<sub>2</sub>O)×FiO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub>÷R-PaO<sub>2</sub>(PB为大气压760 mm Hg, PH<sub>2</sub>O为室温下饱和蒸气压47 mm Hg, R为呼吸商0.8);②RI=PA-aDO<sub>2</sub>÷PaO<sub>2</sub>;③OI=PaO<sub>2</sub>÷FiO<sub>2</sub>。记录气管插管后1 min(T1)、建立人工气腹后5 min(T2)、建立人工气腹后60 min(T3)、手术结束前5 min(T4)时刻的气道峰压(P<sub>peak</sub>)、呼气末二氧化碳分压(P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)、肺动态顺应性(C<sub>dyn</sub>), C<sub>dyn</sub>=VT÷(P<sub>peak</sub>-PEEP)。记录术后48 h及7 d PPCs的发生情况,PPCs包括肺不张、肺部感染、低氧血症、延迟拔管等。

1.5 统计学方法 应用Excel 2007软件录入数据,采用SPSS 19.0统计学软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 描述,2组间比较采用两独立样本 $t$ 检验,同组不同时间点各指标的比较采用重复测量设计方差分析,在处理组和时间点主效应有统计学意义的情况之下,不同时间点2组均数比较采用 $t$ 检验,同组不同时间点均数多重比较采用LSD- $t$ 法;分类数据以率描述,采用 $\chi^2$ 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 2组患者一般资料比较 2组患者均顺利完成手术,随访至术后第7天。2组一般资料比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$ ),见表1。

2.2 2组患者氧合指标比较 与T1时刻比较,T4、T5时刻2组PaO<sub>2</sub>明显下降(均 $P < 0.05$ );与对照组比

较, T3时刻观察组 PaO<sub>2</sub> 明显升高, PA-aDO<sub>2</sub> 明显降低, OI 明显升高(均  $P < 0.05$ ), 见表2。

表1 2组老年腹腔镜结直肠癌手术患者一般情况比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	性别[例(%)]		年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	ASA 分级[例(%)]		手术时间(min)
		男	女			I	II	
观察组	30	16(53.33)	14(46.67)	69.34 ± 3.12	24.58 ± 3.83	6(20.00)	24(80.00)	155.22 ± 24.28
对照组	30	15(50.00)	15(50.00)	70.24 ± 2.29	23.90 ± 4.46	7(23.33)	23(76.67)	158.60 ± 20.78
统计量		0.067 <sup>a</sup>		1.274 <sup>b</sup>	0.634 <sup>b</sup>	0.098 <sup>a</sup>		0.579 <sup>b</sup>
P 值		0.796		0.208	0.529	0.754		0.565

注:<sup>a</sup>为 $\chi^2$ 值,<sup>b</sup>为 $t$ 值。

表2 2组老年腹腔镜结直肠癌手术患者氧合指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	PaO <sub>2</sub> (mm Hg)				F 值	P 值	PA-aO <sub>2</sub> (mm Hg)				F 值	P 值
		T1	T3	T4	T5			T1	T3	T4	T5		
对照组	30	241.08 ± 61.32	221.30 ± 68.69	198.52 ± 69.46 <sup>a</sup>	175.87 ± 72.41 <sup>a</sup>	5.150	0.002	105.90 ± 58.47	119.71 ± 61.78	82.36 ± 61.18	79.23 ± 55.86 <sup>a</sup>	3.191	0.026
观察组	30	273.68 ± 60.80	260.89 ± 62.80	201.31 ± 62.18 <sup>a</sup>	181.61 ± 69.26 <sup>a</sup>	14.785	<0.001	106.68 ± 52.87	81.67 ± 54.58	75.23 ± 50.31 <sup>a</sup>	70.68 ± 52.48 <sup>a</sup>	2.797	0.043
$t$ 值		2.068	2.330	0.164	0.314			0.054	2.527	0.493	0.611		
P 值		0.043	0.023	0.870	0.755			0.957	0.014	0.624	0.544		

  

组别	例数	RI				F 值	P 值	OI(mm Hg)				F 值	P 值
		T1	T3	T4	T5			T1	T3	T4	T5		
对照组	30	0.41 ± 0.87	0.54 ± 0.90	0.42 ± 0.88	0.45 ± 0.77	0.143	0.934	431.73 ± 112.21	368.84 ± 114.49	330.86 ± 115.76 <sup>a</sup>	390.82 ± 160.91	3.281	0.023
观察组	30	0.40 ± 0.88	0.31 ± 0.87	0.37 ± 0.81	0.39 ± 0.76	0.071	0.976	441.13 ± 99.67	434.82 ± 104.67	335.52 ± 103.68 <sup>a</sup>	403.58 ± 153.90	5.074	0.002
$t$ 值		0.044	1.006	0.229	0.304			0.343	2.330	0.164	0.314		
P 值		0.965	0.318	0.820	0.762			0.773	0.023	0.870	0.755		

注:与 T1 比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

2.3 2组患者呼吸力学指标比较 与 T1 时刻比较, T2、T3 时刻 2 组 C<sub>dyn</sub> 明显降低, P<sub>peak</sub> 明显增高(均  $P < 0.05$ ), T2、T3 时刻对照组 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 明显升高(均  $P < 0.05$ ), 观察组各时间点 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 差异无统计学意

义( $P > 0.05$ )。与对照组比较, T2、T3 时刻观察组 C<sub>dyn</sub> 明显升高(均  $P < 0.05$ ), T2 ~ T4 时刻观察组 P<sub>peak</sub> 明显下降(均  $P < 0.05$ ), T1、T2、T4 时刻 2 组 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ), 见表3。

表3 2组老年腹腔镜结直肠癌手术患者呼吸力学指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	C <sub>dyn</sub> (mL/cm H <sub>2</sub> O)				F 值	P 值
		T1	T2	T3	T4		
对照组	30	46.81 ± 11.09	25.07 ± 5.21 <sup>a</sup>	24.69 ± 7.50 <sup>a</sup>	39.47 ± 7.85 <sup>a</sup>	53.796	<0.001
观察组	30	46.51 ± 13.03	29.46 ± 8.27 <sup>a</sup>	30.23 ± 11.87 <sup>a</sup>	41.33 ± 11.66 <sup>a</sup>	16.451	<0.001
$t$ 值		0.096	2.460	2.161	0.725		
P 值		0.924	0.017	0.035	0.472		

  

组别	例数	P <sub>peak</sub> (cm H <sub>2</sub> O)				F 值	P 值
		T1	T2	T3	T4		
对照组	30	14.08 ± 1.93	23.27 ± 2.82 <sup>a</sup>	22.44 ± 3.70 <sup>a</sup>	16.34 ± 2.20 <sup>a</sup>	81.231	<0.001
观察组	30	13.77 ± 2.53	18.88 ± 2.11 <sup>a</sup>	17.06 ± 3.33 <sup>a</sup>	14.02 ± 2.61	25.448	<0.001
$t$ 值		0.534	6.827	5.919	3.722		
P 值		0.596	<0.001	<0.001	<0.001		

  

组别	例数	P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mm Hg)				F 值	P 值
		T1	T2	T3	T4		
对照组	30	33.53 ± 2.59	35.30 ± 3.42 <sup>a</sup>	36.75 ± 3.90 <sup>a</sup>	33.83 ± 3.08	6.121	0.001
观察组	30	34.24 ± 2.11	34.93 ± 2.59	34.76 ± 3.01	35.00 ± 2.83	0.501	0.682
$t$ 值		1.164	0.472	2.212	1.532		
P 值		0.249	0.638	0.036	0.131		

注:与 T1 比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

2.4 2组患者术后 48 h、7 d PPCs 发生情况比较 术后 48 h 内 2 组患者均无肺不张发生;观察组出现 1 例肺部感染,对照组出现 3 例;术后脱氧吸入空气时,观察组出现 1 例患者 SpO<sub>2</sub> 低于 90%,对照组出现 6 例,需进行持续鼻导管吸氧 24 h;观察组未发生延迟拔管,对照组发生 1 例。观察组肺部感染、低氧血症的发生

率明显低于对照组,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ );而肺不张、延迟拔管等情况,2 组患者比较差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),见表4。术后随访至第 7 天,观察组 1 例肺部感染患者、1 例低氧血症患者均治愈;对照组仍有 1 例肺部感染,6 例低氧血症治愈,2 组 PPCs 发生情况比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表4 2组老年腹腔镜结直肠癌手术患者呼吸系统并发症比较[例(%)]

组别	例数	肺部感染	低氧血症	延迟拔管	并发症发生
观察组	30	1(3.33)	1(3.33)	0(0.00)	2(6.67)
对照组	30	3(10.00)	6(20.00)	1(3.33)	10(33.33)
$\chi^2$ 值		0.268	4.403	1.017	6.667
P 值		0.605	0.044	0.313	0.010

### 3 讨论

腹腔镜现已广泛应用于结直肠癌外科手术的治疗领域。对于非转移性结肠癌和中低位直肠癌患者的近期文献报道显示,采用腹腔镜手术方式的患者术后无病生存率、总生存率和复发率与采用传统开腹手术方式比较差异无统计学意义<sup>[7-8]</sup>。然而,对于老年患者,腹腔镜下行结直肠癌根治术仍有一定局限,尤其是在人工气腹和 Trendlenburgt 体位对患者肺功能和 PPCs 方面有影响。

腹腔镜手术中需要较高的 CO<sub>2</sub> 气腹压力以及摆放 Trendlenburgt 体位用以扩大手术视野。研究证实术中 Trendlenburgt 体位的摆放和 CO<sub>2</sub> 气腹压力都可以使胸腔内压力大幅度增高,出现肺不张,进而造成肺顺应性及氧合功能下降,引起术后低氧血症<sup>[9]</sup>。老年患者身体各项机能,特别是心肺功能较年轻时显著下降,肺顺应性亦降低,因此术中肺顺应性及氧合功能的变化对 PPCs 及术后恢复有更加显著的影响<sup>[10]</sup>。在老年患者行腹腔镜手术时,选择适当的通气模式来保障肺顺应性及氧合功能显得尤为重要。

容量控制通气(VCV)和压力控制通气(press controlled ventilation, PCV)是目前应用最广泛的传统机械通气模式<sup>[11]</sup>。VCV 模式能保证通气量的供给,完全替代自主呼吸,利于呼吸肌休息,但恒定的流速往往产生高气道峰压,易引起肺泡损伤和气压伤<sup>[12]</sup>。PCV 较 VCV 模式气道峰压低,较少引起气压伤,有利于改善通气/血流比值,但通气量易受肺顺应性影响,术中可能出现通气不足<sup>[13]</sup>。针对传统通气策略的不足,肺保护性通气策略(LPVS)被推荐使用。LPVS 是给予小潮气量、定时肺复张、适当 PEEP 等方式来重新开放萎陷的肺泡,维持氧供,改善肺功能,减少呼吸机相关性肺损伤和 PPCs 的发生、降低死亡率的呼吸支持策略<sup>[14]</sup>。GU W J 等<sup>[15]</sup>研究发现,给予小潮气量 VCV 通气患者与给予大潮气量 VCV 通气患者比较,围手术期肺损伤和 PPCs 的发生率低。目前小潮气量的具体值并未统一,一般认为潮气量为理想体重的 4~8 mL 为宜。但有研究显示小潮气量通气对健康肺无显著益处,单纯小潮气量肺通气时会使得肺泡塌陷,肺泡毛细血管内蛋白渗出增多,肺血管内皮细胞被破坏<sup>[16]</sup>。YANG D 等<sup>[17]</sup>也指出,单纯给予小潮气量 VCV 通气可能会引起肺泡膨胀不全,出现局部继发性肺不张,反而使术后

低氧血症发生率升高。本研究中对照组亦有 6 例患者术后出现低氧血症。定时肺复张是在机械通气过程中通过持续给予一定时间的比常规平均气道压高的压力,使萎陷的肺泡复张,功能残气量增大,维持肺顺应性,降低 PA-aDO<sub>2</sub>, 能够明显改善机体氧合功能,同时可以预防因小潮气量而引起的继发性肺不张<sup>[18]</sup>。适当 PEEP 能够抵消腹腔镜手术过程中人工气腹对膈肌的影响,使肺泡不被气腹压力压迫,进而防止肺泡萎陷,保障呼气末肺泡的相对开放,增强肺及胸廓的顺应性,改善通气功能及肺内通气/血流比例,增强机体氧合功能<sup>[19]</sup>。对于 PEEP 数值的设定,研究发现定时肺复张后设定 5 cm H<sub>2</sub>O 的 PEEP 是 LPVS 中提高氧合功能、减少 PPCs 的最有效方法<sup>[20]</sup>。

本研究选取腹腔镜下行结直肠癌根治术的老年患者,观察组应用 LPVS,在小潮气量保证通气的基础上,定时肺复张再联合适当 PEEP;对照组单纯使用小潮气量 VCV 模式通气,同时提高呼吸次数以保证每分通气量来控制通气。

PaO<sub>2</sub>、PA-aDO<sub>2</sub>、RI、OI 是评价患者肺氧合功能的指标。PaO<sub>2</sub> 体现肺不张与肺内分流情况;PA-aDO<sub>2</sub> 是判断氧弥散功能的重要指标,体现肺换气情况,升高时常考虑肺内分流或弥散异常,是早期体现肺功能异常的敏感指标;RI 体现肺通气和氧交换功能,RI > 1 提示肺换气功能减退显著;OI 体现肺通气和肺换气障碍,OI < 300 mm Hg 时常考虑肺呼吸功能障碍。本研究结果显示,与气管插管后 1 min 比较,手术结束前 5 min、拔管后 10 min 2 组 PaO<sub>2</sub> 均明显下降;而与对照组比较,气腹后 60 min 观察组 PaO<sub>2</sub> 明显升高,PA-aDO<sub>2</sub> 明显降低,OI 明显升高。从氧合指标可以看出,气腹后 60 min 时,LPVS 在老年患者氧合功能恢复方面明显优于单纯小潮气量 VCV 通气模式。

Ppeak、Cdyn 和 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 是评价患者呼吸力学的指标。Ppeak 升高反映肺顺应性降低或气道阻力上升;Cdyn 提示一定压力下肺组织扩张的难易程度,可以动态反映呼吸周期中肺容量变化与气道压力的关系;P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 监测通气功能,可用来判断肺泡无效腔量及肺血流的变化。本研究结果显示,与气管插管后 1 min 比较,气腹后 5 min、60 min 2 组 Cdyn 均明显降低,Ppeak 均明显增高,对照组 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 明显升高;与对照组比较,气腹后 5 min、60 min 观察组 Cdyn 明显升高,气腹后 5 min、60 min、手术结束前 5 min 观察组 Ppeak 明显下降。本研究同时发现,人工气腹后对照组 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 虽在正常范围内,但明显较气管插管后升高;而观察组无明显差异。从呼吸力学指标可以看出,气腹后,LPVS 在改善老年患者呼吸力学参数方面明显优于单纯小潮气量 VCV 通气模式。

在2组患者PPCs发生率方面,本研究发现,术后48 h内观察组肺部感染、低氧血症的发生率明显低于对照组,2组肺不张、延迟拔管等情况比较无差异;术后随访至第7天,2组患者PPCs发生率比较无差异;说明LPVS有利于老年患者术后氧合功能的恢复。

本研究尚存在一定局限:①样本量少;②仅选择了ASA I、II级患者;③PPCs发生情况仅观察至术后第7天,没有更长时间的追踪访视。

综上,小潮气量联合PPEP及定时肺复张的肺保护性通气策略(LPVS)用于老年腹腔镜结直肠癌手术患者可有效提高术后早期的氧合功能,改善肺功能;明显减少术后肺部感染、低氧血症的发生,能降低术后肺部并发症(PPCs)的发生几率。所以对于老年患者行腹腔镜结直肠癌手术时,LPVS是安全可行的通气模式,可在临床应用中优先考虑。

### 参考文献

- [1] 孙晶,张森,郑民华. 胃肠微创外科临床研究2017年盘点及未来展望[J]. 中华胃肠外科杂志,2018,21(1):15-18.
- [2] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组. 腹腔镜结直肠癌手术手术入路选择专家共识[J]. 中国实用外科杂志,2017,37(4):415-419.
- [3] 汪建平. 结直肠癌研究2017年热点回顾和未来展望[J]. 中华胃肠外科杂志,2018,21(1):1-6.
- [4] PU J, LIU Z, YANG L, et al. Applications of pressure control ventilation volume guaranteed during one-lung ventilation in thoracic surgery [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2014, 7(4):1094-1098.
- [5] 普隽,徐文韵,袁红斌. PCV-VC和VCV模式用于老年患者腹腔镜腹部手术的术中氧合功能及创伤程度评估[J]. 海南医学院学报, 2017, 23(3):369-372.
- [6] 孙国印,张媛,蔡丽敏,等. 不同通气模式在老年经腹腔镜直肠癌手术患者中的比较[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(18):5237-5238.
- [7] DEIJEN C L, VASMEL J E, DE LANGE-DE KLERK E S M, et al. Ten-year outcomes of a randomised trial of laparoscopic versus open-surgery for colon cancer[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(6):2607-2615.
- [8] MIYAKE Y, NISHIMURA J, TAKAHASHI H, et al. The short-term outcomes of laparoscopic multivisceral resection for locally advanced colorectal cancer: our experience of 39 cases [J]. *Surgery Today*, 2017, 47(5):575-580.
- [9] 谭媚月,桑阿明,柴军. 腹腔镜手术中应用肺保护性通气策略对老年患者呼吸功能影响的研究进展[J]. 中国医师杂志, 2018, 20(6):947-951.
- [10] 谢亚英,陈宏志,王杰. 保护性肺通气对老年腹腔镜结直肠癌手术患者术后肺氧合功能的影响[J]. 大连医科大学学报, 2018, 40(2):102-107.
- [11] PARK S J, KIM B G, OH A H, et al. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(10):4598-4606.
- [12] DAMICO N K. Mechanical ventilation of the anesthetized patient [J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2015, 27(1):147-155.
- [13] SEN O, UMUTOGLU T, AYDIN N, et al. Effect of pressure-controlled and volume-controlled ventilation on respiratory mechanics and systemic stress response during laparoscopic cholecystectomy [J]. *Springerplus*, 2016, 8(5):298.
- [14] JO Y Y, KWAK H J. What is the proper ventilation strategy during laparoscopic surgery? [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2017, 70(6):596-600.
- [15] GU W J, WANG F, LIU J C. Effect of lung-protective ventilation with lower tidal volumes on clinical outcomes among patients undergoing surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *CMM*, 2015, 187(3):E101-E109.
- [16] BLANK R S, COLQUHOUN D A, DURIEUX M E, et al. Management of one-lung ventilation: impact of tidal volume on complications after thoracic surgery [J]. *Anesthesiology*, 2016, 124(6):1286-1295.
- [17] YANG D, GRANT M C, STONE A, et al. A meta-analysis of intraoperative ventilation strategies to prevent pulmonary complications: is low tidal volume alone sufficient to protect healthy lungs? [J]. *Ann Surg*, 2016, 263(5):881-887.
- [18] FUTIER E, JABER S. Lung-protective ventilation in abdominal surgery [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2014, 20(4):426-430.
- [19] HE X, JIANG J, LIU Y, et al. Electrical impedance tomography-guided PEEP titration in patients undergoing laparoscopic abdominal surgery [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(14):E3306.
- [20] LEVIN M A, MC CORMICK P J, LIN H M, et al. Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality [J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113(1):97-108.

(本文编辑:代莹莹)

收稿日期:2018-12-11

(上接第1625页)

- [14] SOCRATES G. Infrared and raman characteristic group frequencies [M]. 3rd edition, WILEY, 2013.
- [15] LI X, YANG T, LI S, et al. Noninvasive liver diseases detection based on serum surface enhanced Raman spectroscopy and statistical analysis [J]. *Opt Express*, 2015, 23(14):18361-18372.
- [16] XIAO R, ZHANG X, RONG Z, et al. Non-invasive detection of hepatocellular carcinoma serum metabolic profile through surface-enhanced Raman spectroscopy [J]. *Nanomedicine*, 2016, 12(8):2475-2484.
- [17] RAGAB S M, SAFAN M A, OBEID O M, et al. Lipoprotein-associated phospholipase A2 (Lp-PLA2) and tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) and their relation to premature atherosclerosis in  $\beta$ -thalassaemia children [J]. *Hematology*, 2015, 20(4):228-238.
- [18] MASUDA M, MIYAZAKI-ANZAI S, KEENAN A L, et al. Saturated phosphatidic acids mediate saturated fatty acid-induced vascular calcification and lipotoxicity [J]. *J Clin Invest*, 2015, 125(12):4544-4558.
- [19] YANG R Y, WANG S M, SUN L, et al. Association of branched-chain amino acids with coronary artery disease: A matched-pair case-control study [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2015, 25(10):937-942.
- [20] 施蓉蓉,汪占华. 脂蛋白相关磷脂酶A2和小而密低密度脂蛋白胆固醇联合检测在冠心病患者诊断中的临床价值评价[J]. 国际检验医学杂志, 2018, 39(12):1421-1424, 1428.
- [22] CIALLA-MAY D, ZHENG X S, WEBER K, et al. Recent progress in surface-enhanced Raman spectroscopy for biological and biomedical applications: from cells to clinics [J]. *Chem Soc Rev*, 2017, 46(13):3945-3961.
- [23] 熊声贺,樊斌,胡文雨,等. 高龄慢性肾脏病人群血清拉曼光谱评价体系建立[J]. 国际检验医学杂志, 2018, 39(14):1744-1748.
- [24] CHENG Z, CHOI N, WANG R, et al. Simultaneous detection of dual prostate specific antigens using surface-enhanced Raman scattering-based immunoassay for accurate diagnosis of prostate cancer [J]. *ACS Nano*, 2017, 11(5):4926-4933.

(本文编辑:陈子康)

收稿日期:2019-02-12