doi:10.11659/jjssx.03E022077

·临床研究·

跨肺驱动压导向通气策略对老年肠癌根治术患者的肺保护作用

杨昌建,魏 磊,严松范,王幸双,杨 芬,倪亚平 (南京医科大学附属苏州医院/苏州市立医院麻醉科,江苏 苏州 215001)

[摘 要] **目的** 探讨跨肺驱动压导向的通气策略对行腹腔镜下肠癌根治术的老年患者的肺保护作用。**方法** 选择124例于我院行腹腔镜下肠癌根治术的老年患者,采用随机双盲对照研究的方式,按照随机数字表法将患者分为观察组($n=62$)和对照组($n=62$)。2组患者术中均选择容量控制通气模式,其中观察组采用跨肺驱动压导向的通气策略,而对照组则采用传统肺保护性通气策略。收集并比较患者一般资料、手术相关指标及术中气管插管后(T0)、气腹建立时(T1)、气腹建立后20 min(T2)、气腹结束时(T3)呼吸监测相关指标。统计术后肺部相关并发症(PPC)发生情况,根据是否出现PPC将患者分为PPC组和非PPC组,采用单因素和多因素分析方法分析患者出现PPC的影响因素。**结果** 观察组和对照组患者一般资料及手术相关指标比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。观察组各时间点呼气末正压(PEEP)高于对照组,驱动压(DP)低于对照组,观察组T0、T3的峰压(P_{peak})高于对照组,差异均具有统计学意义($P<0.05$);2组各时间点平台压(P_{plat})比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。单因素分析显示,PPC组与非PPC组患者年龄、吸烟史、手术时间及各时间点PEEP、DP水平比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);多因素*Logistic*回归分析显示,年龄越大($OR=1.206$)、手术时间越长($OR=1.125$)及T3的DP越高($OR=55.290$)是导致患者出现PPC的独立危险因素($P<0.05$)。**结论** 跨肺驱动压导向的通气策略可以通过降低术中DP发挥肺保护作用,从而减少PPC的发生。

[关键词] 腹腔镜;跨肺驱动压导向;通气策略;术后肺部相关并发症;危险因素;肠癌根治术

[中图分类号] R614.2 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-03-18

Lung protection effect of transpulmonary driving pressure-guided ventilation strategy in elderly patients undergoing radical resection of colon cancer

YANG Chang-jian, WEI Lei, YAN Song-fan, WANG Xing-shuang, YANG Fen, NI Ya-ping (Department of Anesthesiology, Suzhou Hospital Affiliated to Nanjing Medical University/Suzhou Municipal Hospital, Suzhou Jiangsu 215001, China)

Abstract: Objective To investigate the lung protection effect of transpulmonary driving pressure-guided ventilation strategy in elderly patients undergoing laparoscopic radical resection of colon cancer. **Methods** A total of 124 elderly patients who underwent laparoscopic radical resection of colon cancer in our hospital were selected, and they were divided into the observation group ($n=62$) and the control group ($n=62$) according to the randomized double-blind controlled study. Patients in the two groups chose the volume-controlled ventilation mode during the operation. The observation group adopted the transpulmonary driving pressure-guided ventilation strategy, while the control group adopted the traditional lung-protective ventilation strategy. The general information, surgery-related indexes, and respiratory monitoring-related data after intraoperative tracheal intubation (T0), during pneumoperitoneum (T1), 20 minutes after pneumoperitoneum (T2) and after pneumoperitoneum (T3) during operation were collected and compared. The incidence of postoperative pulmonary complications (PPC) was counted, the patients were divided into the PPC group and the non-PPC group according to whether PPC occurred. Univariate and multivariate analysis methods were used to analyze the influencing factors of PPC in patients. **Results** There was no significant difference in the general information or surgery-related indexes between the observation group and the control group ($P>0.05$). The positive end expiratory pressure (PEEP) at each time point in the observation group was higher than that in the control group, while the driving pressure (DP) was lower than that in the control group, the peak pressure (P_{peak}) at T0 and T3 in the observation group were higher than those in the control group, with statistically significant differences ($P<0.05$). There was no significant difference in the plateau pressure (P_{plat}) at each time point between the two groups ($P>0.05$). The univariate analysis showed that there were statistically significant differences in age, smoking history, operation time, and PEEP and DP levels at each time point between the PPC group and the non-PPC group ($P<0.05$); the multivariate *Logistic* regression analysis showed that older age ($OR=1.206$), longer operation time ($OR=1.125$) and higher DP at T3 ($OR=55.290$) were the independent risk factors for PPC ($P<0.05$). **Conclusion** Transpulmonary driving pressure-guided ventilation strategy can protect lung by reducing intraoperative DP, thereby reducing the occurence of PPC.

Keywords: laparoscope; transpulmonary driving pressure guidance; ventilation strategy; postoperative pulmonary complications; risk factors; radical resection of colon cancer

[基金项目] 苏州市科技计划项目(SYS2020179)

[通信作者] 魏 磊,E-mail:952650149@qq.com

腹腔镜手术是目前临床腹腔疾病外科常用的治疗手段,但由于需要建立气腹,会导致膈肌抬高及肺部压缩,随着手术时间的延长,其对肺部的影响会加重,易出现术后肺部相关并发症(postoperative pulmonary complications,PPC)[1]。相关研究显示,由于老年患者机体功能发生生理性退化,术后低氧血症、肺部感染等肺部相关疾病的发生率明显升高,可能诱发呼吸窘迫,甚至导致患者死亡[2]。既往研究显示,临床常用的肺保护性通气策略对于患者术后 PPC 的防治具有一定效果[3-4]。但近年来随着对术中通气方式的深入研究,国内外学者提出跨肺驱动压导向的通气策略,其在胸腔镜及腹腔镜手术中可保护患者的肺功能,对于患者术后恢复正常氧合状态具有积极的作用[5-6]。但目前关于老年患者腹腔镜手术过程中对肺保护通气策略的研究较少,且老年人是结直肠癌的高发人群,肺功能较差,研究肺保护通气策略对老年人术后肺功能恢复是否具有促进作用,对于其康复具有积极意义。因此,本研究将跨肺驱动压导向的通气策略应用于老年腹腔镜肠癌根治术患者,通过分析 PPC 发生率及其影响因素,以明确该策略的肺保护效果,现在报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择 2020 年 1 月至 2021 年 12 月于我院行腹腔镜下肠癌根治术的老年患者作为研究对象。纳入标准:①符合《腹腔镜结直肠癌根治手术操作指南(2008 版)》[7]中关于结直肠癌的相关诊断标准,同时具有腹腔镜手术指征;②年龄≥65 周岁;③临床资料完整。排除标准:①术前 1 个月内存在肺部感染、肺脓肿及其他急性呼吸系统疾病;②既往有慢性阻塞性肺疾病、哮喘、肺动脉高压等慢性呼吸系统疾病史;③严重的心、肾功能障碍;④合并其他恶性肿瘤;⑤合并结缔组织疾病、免疫系统疾病等全身性慢性疾病。本研究采用随机数字表法,区组长度为 4,患者按 1∶1 比例分别分配到观察组及对照组,由 3 位人员进行制表、编号及分组,此 3 人不参与后续研究。观察过程中仅麻醉医师知晓分组情况并调整通气策略,患者及家属、手术医生、护士等均不知晓分组情况。共纳入 124 例患者,观察组 62 例,对照组 62 例。2 组患者术中均选择容量控制通气模式,其中观察组采用跨肺驱动压导向的通气策略,对照组则采用传统肺保护性通气策略。本研究经我院医学伦理委员会审核(20191220358),患者及家属知情同意。

1.2 方法

术中常规准备及容量控制通气模式:患者入手术室后进行常规心电监护,建立静脉通道后于局部麻醉下行桡动脉穿刺置管,连续测量动脉压。采用咪达唑仑 0.05 mg/kg、依托咪酯 0.3 mg/kg、舒芬太尼(0.2 ~ 0.3)μg/kg、顺式阿曲库胺 0.1 mg/kg 对患者实施诱导麻醉。麻醉维持则根据患者情况采用以丙泊酚(100 $\mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)为主静脉麻醉或七氟烷(1% ~ 5%)为主的吸入麻醉方式。术中常规监测患者中心静脉压(central venous pressure,CVP)、脑电双频指数(bispectral index,BIS)、鼻咽温度及肛温。术中维持核心温度在 36 ℃以上,依据术中有创动脉血压监测结果,维持平均动脉压(mean arterial pressure,MAP)在 65 ~ 100 mmHg、心率在 50 ~ 120 次/分。

所有患者均实施肺保护性通气策略,呼吸机参数如下:模式选择容量控制通气,吸呼比为 1∶2;呼吸频率为 12 次/分;吸入氧浓度为 50%;气体流量为 2 L/min;容量控制通气平台设为 20% 的吸气暂停时间。术中根据呼气末二氧化碳(维持在 35 ~ 45 mmHg)调整呼吸频率。

肺保护性通气策略:对照组参照文献[8],采用小潮气量(7 mL/kg) + 呼气末正压(positive end expiratory pressure,PEEP,5 mH_2O) + 肺复张手法。肺复张手法:根据预计体质量从潮气量 7 ~ 8 mL/kg 和 I∶E 为1∶1开始,每 3 ~ 6 次呼吸增加 4 mL/kg 的潮气量,直至肺平台压(plateau pressure,P_{plat})为 30 ~ 40 cmH_2O,在此水平上再进行 3 ~ 6 个循环后充分达到肺复张。

跨肺驱动压导向的通气策略:观察组参照文献[8],采用小潮气量(7 mL/kg) + 跨肺驱动压导向的最佳 PEEP + 肺复张手法。跨肺驱动压导向的最佳 PEEP 方法:患者插入气管后,经鼻将食管气囊导管插入食管 60 cm,由三通管连接呼吸机气管压力检测接口及食管气囊导管,关闭接口后向食管气囊注入空气 5 mL,回抽 4 mL 气体并打开气囊导管与呼吸机的连接处,此时检测压力为食管压;拔除食管气囊导管,测定 P_{plat} 后计算跨肺压(即最佳 PEEP) = P_{plat} - 食管压 + 5 cmH_2O。

1.3 观察指标及评价标准

比较观察组和对照组患者年龄、性别、BMI、吸烟史、高血压、糖尿病、美国麻醉医师协会(American

society of anesthesiologists,ASA)分级、肠癌部位、TNM分期等一般资料及麻醉时间、手术时间、输入液体量、尿量、CVP和BIS等手术相关指标。记录气管插管后(T0)、气腹建立时(T1)、气腹建立后20 min(T2)、气腹结束时(T3)的PEEP、驱动压(driving pressure,DP)、P_{plat}、峰压(peak pressure,P_{peak})。

参照文献[9]中低氧血症、呼吸衰竭、院内肺部感染、肺不张、胸腔积液、气胸、支气管痉挛相关标准评价患者术后7 d PPC发生情况。根据术后是否出现PPC将患者分为PPC组和非PPC组,采用单因素和多因素分析方法分析影响患者术后出现PPC的危险因素。

1.4 统计学方法

数据采用SPSS 25.0软件进行统计学分析。计数资料以频数表示,组间比较采用χ^2检验,等级资料比较采用*Kruskal-Walls*检验;计量资料符合正态分布以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用独立样本t检验,重复资料采用重复测量方差分析。采用Python(3.7.3)语言ScikitLearn机器学习库中Random Forsest Classifier算法建立*Logistic*回归模型,分析患者术后出现PPC的影响因素。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料及手术相关指标比较

观察组和对照组患者一般资料及手术相关指标比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

2.2 患者术中各时间点呼吸监测相关指标比较

观察组各时间点PEEP高于对照组,DP低于对照组,观察组T0、T3的P_{peak}高于对照组,差异均具有统计学意义($P<0.05$);2组各时间点P_{plat}比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表2。

2.3 PPC发生情况及其单因素分析

术后7 d共30例患者发生PPC,其中观察组9例(14.5%),对照组21例(33.9%),差异具有统计学意义($\chi^2=6.093$,$P=0.014$)。单因素分析显示,PPC组年龄、吸烟史、手术时间及各时间点PEEP、DP水平与非PPC组比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表3。

2.4 影响PPC发生的多因素分析

多因素*Logistic*回归分析显示,年龄越大(*OR*=1.206)、手术时间越长(*OR*=1.125)及T3的DP越高(*OR*=55.290)是导致患者术后出现PPC的独立危险因素($P<0.05$),见表4、5。

表1 患者一般资料及手术相关指标比较($n=62$)

项目		观察组	对照组	$t/\chi^2/H$	P
年龄/岁		70.56±9.25	70.17±9.38	0.233	0.816
性别/例	男	40	39	0.035	0.852
	女	22	23		
BMI/(kg·m^{-2})		22.12±2.57	22.65±2.99	1.058	0.292
吸烟史/例		21	19	0.148	0.701
高血压/例		11	13	0.733	0.392
糖尿病/例		9	8	0.068	0.794
ASA分级Ⅲ级或Ⅳ级/例		4	4	0.000	1.000
TNM分期/例	Ⅰ期	11	13	0.344	0.566
	Ⅱ期	34	31		
	Ⅲ期	17	18		
肠癌部位/例	升结肠	22	20	0.722	0.811
	横结肠	21	20		
	降结肠	14	15		
	乙状结肠	5	7		
麻醉时间/min		161.34±23.63	162.47±28.95	0.238	0.812
手术时间/min		145.23±21.66	147.81±23.67	0.633	0.528
输入液体量/mL		751.20±89.57	774.82±84.38	1.585	0.117
尿量/mL		455.12±56.92	460.41±53.88	0.531	0.596
CVP/cmH_2O		9.33±1.22	9.29±1.31	0.176	0.861
BIS		48.16±10.04	47.15±12.05	0.507	0.613

表2 患者术中各时间点呼吸监测相关数据比较($\bar{x}\pm s$,$n=62$,cmH_2O)

组别	时间点	PEEP	DP	P_{plat}	P_{peak}
观察组	T0	8.51±1.33#	6.25±1.07#	14.26±3.17	20.48±2.24#
	T1	8.13±0.98#	6.42±1.02#	14.33±3.45	17.56±1.89
	T2	8.22±1.03#	6.31±1.05#	14.55±3.84	16.45±1.75
	T3	8.03±0.68#	7.15±1.22#	14.37±3.56	20.22±1.56#
对照组	T0	5.66±0.92	10.33±1.12	14.52±3.75	18.29±1.77
	T1	5.71±0.89	9.33±1.06	14.27±3.81	17.38±1.92
	T2	5.68±0.94	9.37±1.12	14.39±3.78	16.61±1.95
	T3	5.66±0.79	9.25±0.79	14.36±3.88	18.26±1.75
$F_{交互}$,$P_{交互}$		$F=1.347$,$P=0.258$	$F=5.668$,$P=0.001$	$F=0.046$,$P=0.987$	$F=69.061$,$P<0.001$
$F_{时间}$,$P_{时间}$		$F=1.556$,$P=0.199$	$F=18.140$,$P<0.001$	$F=0.074$,$P=0.974$	$F=12.940$,$P<0.001$
$F_{组间}$,$P_{组间}$		$F=868.412$,$P<0.001$	$F=1\,013.133$,$P<0.001$	$F=0.001$,$P=0.982$	$F=38.820$,$P<0.001$

#:同一时间点与对照组比较,$P<0.05$

表 3 PPC 组和非 PPC 组临床资料的单因素分析

临床指标		PPC 组（$n=30$）	非 PPC 组（$n=94$）	t/χ^2	P
年龄/岁		77.33±8.23	71.29±7.88	3.616	0.000
性别/例	男	19	60	0.002	0.961
	女	11	34		
BMI/(kg·m^{-2})		22.34±2.75	22.41±2.81	0.140	0.889
吸烟史/例		15	25	5.701	0.017
高血压/例		8	16	1.355	0.244
糖尿病/例		5	12	0.292	0.589
麻醉时间/min		173.46±35.71	166.33±36.84	1.094	0.276
手术时间/min		162.34±20.99	151.23±21.74	2.895	0.004
输入液体量/mL		766.39±88.23	768.39±90.57	0.125	0.901
尿量/mL		458.14±58.22	455.18±59.17	0.380	0.704
PEEP/cmH_2O	T0	5.61±0.89	7.88±1.12	10.118	0.000
	T1	5.66±0.78	8.03±1.29	9.507	0.000
	T2	5.67±0.81	8.02±1.04	11.318	0.000
	T3	5.77±0.92	7.95±0.98	10.761	0.000
DP/cmH_2O	T0	9.33±1.07	6.13±1.06	14.293	0.000
	T1	9.76±1.14	6.44±1.12	13.946	0.000
	T2	9.88±1.24	6.35±1.09	13.958	0.000
	T3	9.74±1.02	6.88±1.10	13.120	0.000

表 4 相关变量赋值表

相关变量	序号	赋值
PPC	Y	是=1,否=0
年龄	X1	连续变量
吸烟史	X2	是=1,否=0
手术时间	X3	连续变量
PEEP	X4	连续变量
DP	X5	连续变量

表 5 导致 PPC 出现的多因素 *Logistic* 回归分析

指标	β	*S.E*	*Wald*	*P*	*OR*	95% *CI*
年龄	0.187	0.083	5.078	0.024	1.206	1.025~1.419
手术时间	0.118	0.049	5.721	0.017	1.125	1.022~1.239
T3 的 DP	4.013	1.427	7.904	0.005	55.290	3.371~906.885
常量	−66.960	21.668	9.550	0.002	0.000	

3 讨论

腹腔镜手术因创伤小、出血少、术后恢复快等优势被广泛应用于胃肠道疾病的治疗。结直肠癌是胃肠外科领域常见的癌症之一，腹腔镜下结直肠癌根治术在全国得到了广泛的应用。但在临床应用中发现，腹腔镜手术中需建立 CO_2 气腹，会造成膈肌上移、胸腔受压，进而造成肺动态顺应性的下降，导致术后患者发生低氧血症、呼吸衰竭、院内肺部感染、肺不张、胸腔积液、气胸等肺部相关并发症的风险增加[10-11]；同时由于机械通气时肺泡过度扩张和周期性塌陷，会进一步加重肺损伤。因此，在肯定腹腔镜手术优势的同时，也需要积极寻求新的肺通气策略来降低或者避免 PPC 的发生。

本研究探讨了跨肺驱动压导向的通气策略对于患者术中肺功能、PPC 的影响，结果显示，观察组患者应用跨肺驱动压导向的通气策略后在术中各时间点 PEEP 高于对照组，DP 低于对照组，且 T0、T3 时间点 P_{peak} 高于对照组；另一方面，观察组 PPC 发生率明显低于对照组，证实了采用跨肺驱动压导向的通气策略能够在术中维持良好呼吸循环功能的同时，减少 PPC 的发生。跨肺驱动压导向的通气策略是以术中监测跨肺压，通过将跨肺 DP 维持在一个相对较稳定的范围来调节呼吸参数的一种方式。研究指出，术中小潮气量和通过调节 PEEP 来降低 DP 能够改善患者术后肺功能不良结局[12-13]。跨肺 DP 被业内推荐为肺保护性通气策略的呼吸参数设置导向之一，其不仅能够综合潮气量、肺动态顺应性、气道 P_{plat} 和 PEEP 各种因素，也能够反映出患者本身肺顺应性、机械通气时的潮气量对机体的影响。本研究中观察组的跨肺 DP 低于对照组，PEEP 高于对照组，但 P_{plat} 水平仅维持在 14 cmH_2O 左右，远低于研究推荐的肺损伤 P_{plat} 阈值(30 cmH_2O)[14]；而对照组虽然 PEEP 较低，但由此导致的高跨肺 DP 造成了肺泡的过度扩张，患者术后罹患肺不张、低氧血症、肺部感染的风险增加，出现 PPC 的概率增高。

本研究多因素分析显示，年龄越大（*OR*=1.206）、手术时间越长（*OR*=1.125）及 T3 的 DP 越高（*OR*=55.290）是导致患者出现 PPC 的独立危险因素。患者年龄越大，肺功能相对越差，发生 PPC 的风险也越高。有学者分析了 4 000 余例外科手术患者发现，65 岁以上患者术后肺部感染的发生率为 6.68%，明显高于 60 岁以下的患者（5.23%）[15]；另外，高龄患者呼吸功能退化更为明显，肺动态顺应性、功能残气量、呼吸肌肌力下降，肺弥散功能减弱，机体对缺氧及 CO_2 潴留反应减弱，导致出现 PPC 的可能性增加[16]。另外，部分老年人依从性较差，术后由于疼痛等原因不能或不愿深咳，导致呼吸道内痰液蓄积，进而导致肺不张和肺内感染的可能性增加[17]。手术时间越长，患者因机械通气导致的肺损伤越严重；且在机械通气时设置的潮气量一般较小，多数肺泡处于不完全复张状态，术后肺复张困难，进而导致低氧血症、肺不张、肺部感染的风险增加[18]；此外，患者手术时间长，则术中肺损伤较大，出血量较多，创口暴露于空气中的时间也较长，因而患者 PPC 发生率较高。较低的跨肺 DP 和相对较高的 PEEP 是维持肺泡术后复张的关键，在将 PEEP 维持在一定水平的同时，通过降低跨肺 DP 能够有效降低术后发生肺不张、低氧血症的风险，减少 PPC 的发生。有研究表明，随着 PEEP 的升高，DP 的水平呈先降低后升高的趋势，拐点为 PEEP 在 8~10 cmH_2O 水平，因此

通过跨肺驱动压导向的通气策略可将 DP 维持在相对较低的水平,对于术中保护良好的肺功能,降低 PPC 的发生率具有积极效果[19-20]。

但本研究样本量较小,结论可能存在偏倚,后期仍需扩大样本量、进行多中心随机对照研究来论证。此外,肺功能测试可直观反映跨肺驱动压导向的通气策略,本研究考虑到术后肺功能检测受多种因素干扰,并未对其进行检测,后期仍需寻求一种新的方式来弥补。

综上所述,跨肺驱动压导向的通气策略可以通过降低术中 DP 来起到肺保护作用,减少 PPC 的发生;年龄越大、手术时间越长、T3 的 DP 越高是术后发生肺部相关并发症的危险因素。

[参考文献]

[1] Mazzinari G, Serpa Neto A, Hemmes S, et al. The association of intraoperative driving pressure with postoperative pulmonary complications in open versus closed abdominal surgery patients: a posthoc propensity score-weighted cohort analysis of the LAS VEGAS study[J]. BMC Anesthesiol, 2021, 21(1): 84. doi: 10.1186/s12871-021-01268-y.

[2] iPROVE Networkinvestigators, Belda J, Ferrando C, et al. The effects of an open-lung approach during one-lung ventilation on postoperative pulmonary complications and driving pressure: a descriptive, multicenter national study[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32(6): 2665-2672. doi: 10.1053/j.jvca.2018.03.028.

[3] Zhang C, Xu F, Li W, et al. Driving pressure-guided individualized positive end-expiratory pressure in abdominal surgery: a randomized controlled trial[J]. Anesth Analg, 2021, 133(5): 1197-1205. doi: 10.1213/ANE.0000000000005575.

[4] Mini G, Ray BR, Anand RK, et al. Effect of driving pressure-guided positive end-expiratory pressure (PEEP) titration on postoperative lung atelectasis in adult patients undergoing elective major abdominal surgery: a randomized controlled trial[J]. Surgery, 2021, 170(1): 277-283. doi: 10.1016/j.surg.2021.01.047.

[5] Mazzinari G, Diaz-Cambronero O, Serpa Neto A, et al. Modeling intra-abdominal volume and respiratory driving pressure during pneumoperitoneum insufflation: a patient-level data meta-analysis[J]. J Appl Physiol (1985), 2021, 130(3): 721-728. doi: 10.48550/arXiv.2106.07626.

[6] Spadaro S, Grasso S, Karbing DS, et al. Physiological effects of two driving pressure-based methods to set positive end-expiratory pressure during one lung ventilation[J]. J Clin Monit Comput, 2021, 35(5): 1149-1157. doi: 10.1007/s10877-020-00582-z.

[7] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组,中国抗癌协会大肠癌专业委员会腹腔镜外科学组. 腹腔镜结直肠癌根治手术操作指南(2008 版)[J]. 中华胃肠外科杂志, 2009, 12(3): 310-312. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2009.03.030.

[8] 陈 凛,陈亚进,董海龙,等. 加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018 版)[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(1): 1-20. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.01.01..

[9] 张维汉,陈心足,杨 昆,等. 胃癌术后肺部并发症相关危险因素分析[J]. 中国实用外科杂志, 2017, 37(4): 432-436. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2017.04.28.

[10] 邓小彦,冼丽娜. 肺保护通气对食管癌患者术后肺部并发症的影响[J]. 中国内镜杂志, 2018, 24(6): 64-70. doi: 10.3969/j.issn.1007-1989.2018.06.012.

[11] Ahn HJ, Park M, Kim JA, et al. Driving pressure guided ventilation[J]. Korean J Anesthesiol, 2020, 73(3): 194-204. doi: 10.4097/kja.20041.

[12] DESIGNATION-investigators. Driving Pressure During General Anesthesia for Open Abdominal Surgery (DESIGNATION): study protocol of a randomized clinical trial[J]. Trials, 2020, 21(1): 198. doi: 10.1186/s13063-020-4075-z.

[13] Park M, Ahn HJ, Kim JA, et al. Driving pressure during thoracic surgery: a randomized clinical trial[J]. Anesthesiology, 2019, 130(3): 385-393. doi: 10.1097/ALN.0000000000002600.

[14] Chai J, Sang A, Tan M, et al. Identification of the risk factors of postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing elective colorectal surgery[J]. Am Surg, 2021, 87(5): 777-783. doi: 10.1177/0003134820950304.

[15] 刘 静,孟志鹏,颜 伟,等. 肺保护性通气策略对腹腔镜胃癌根治手术老年患者肺氧合功能及术后肺部并发症的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2019, 35(4): 344-347. doi: 10.12089/jca.2019.04.008.

[16] Zhou ZF, Fang JB, Wang HF, et al. Effects of intraoperative PEEP on postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing laparoscopic abdominal surgery: study protocol for a randomised controlled trial[J]. BMJ Open, 2019, 9(10): e028464. doi: 10.1136/bmjopen-2018-028464.

[17] 武晓丽,聂丽霞,苏学森,等. 呼吸肌锻炼联合保护性肺通气对机器人辅助前列腺癌根治术老年患者肺不张的影响[J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(10): 1304-1308. doi: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2021.10.018.

[18] Emile SH, Elgamal M, Elshobaky A, et al. Identifying patients at high risk of having pulmonary dysfunction before laparoscopic bariatric surgery and its impact on postoperative pulmonary complications[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2019, 29(11): 1456-1461. doi: 10.1089/lap.2019.0459.

[19] Liu J, Meng Z, Lv R, et al. Effect of intraoperative lung-protective mechanical ventilation on pulmonary oxygenation function and postoperative pulmonary complications after laparoscopic radical gastrectomy[J]. Braz J Med Biol Res, 2019, 52(6): e8523. doi: 10.1590/1414-431x20198523.

[20] Chen Y, Wu G, Wang R, et al. Preoperative albumin level serves as a predictor for postoperative pulmonary complications following elective laparoscopic gastrectomy[J]. Curr Pharm Des, 2018, 24(27): 3250-3255. doi: 10.2174/1381612824666180713104307.

(编辑:龙小芬)