

· 临床研究 ·

最佳呼吸末正压肺保护通气策略对腹腔镜下结直肠癌根治术患者氧合功能的影响

周建伟 王传光 黄燕 王武 吴铖炜 吴振华 程浩 雷李培 谢俊然

【摘要】 目的 探讨最佳呼吸末正压(PEEP)肺保护通气策略对腹腔镜下结直肠癌根治术患者围术期氧合功能的影响。方法 择期行腹腔镜下结直肠癌根治术患者 54 例,男 36 例,女 18 例,年龄 65~85 岁,ASA II 或 III 级。随机分为两组:传统组(T 组)和保护组(P 组),每组 27 例。T 组设置 V_T 9 ml/kg 且无 PEEP 和肺复张(RMs);P 组通过肺动态顺应性(Cdyn)PEEP 滴定确定患者最佳 PEEP 值,设置低 V_T 7 ml/kg 联合最佳 PEEP,每 30 分钟 RMs 一次。于麻醉诱导后 10 min(T_1)、每次 RMs 后 30 min(T_2 、 T_3 、 T_4)记录 Cdyn 及气道平台压(Pplat)、并在 T_1 — T_4 、拔管后 30 min(T_5)及术后第 3 天(T_6)采集动脉血样本,计算氧合指数(OI),记录术前和 T_6 时的改良临床肺部感染评分(mCPIS)。结果 与 T 组比较, T_3 、 T_4 时 P 组 Cdyn 明显升高($P < 0.05$), T_4 — T_6 时 P 组 OI 明显升高($P < 0.05$), T_6 时 P 组 mCPIS 明显降低($P < 0.05$)。结论 最佳 PEEP 联合低 V_T 和 RMs 的肺保护通气策略可改善腹腔镜结直肠癌根治术患者围术期氧合,降低 mCPIS。

【关键词】 肺动态顺应性;呼气末正压;肺复张;肺保护性通气

Effect of optimal positive end expiratory pressure protective mechanical ventilation strategy on oxygenation in patients undergoing laparoscopic radical resection of colorectal cancer

ZHOU Jianwei, WANG Chuanguang, HUANG Yan, WANG WU, WU Chenwei, WU Zhenhua, CHENG Hao, LEI Lippei, XIE Junran. Department of Anaesthesia, Sir Run Run Shaw Hospital Affiliated to Zhejiang University, School of Medicine, Hangzhou 310016, China

Corresponding author: XIE Junran, Email: xiejunran@zju.edu.cn

【Abstract】 Objective To explore the optimal positive end expiratory pressure (PEEP) level in patients undergoing laparoscopic colorectal cancer radical resection and to evaluate the effect of lung protective mechanical ventilation strategy on perioperative oxygenation. **Methods** Fifty-four patients scheduled to undergo laparoscopic colorectal cancer radical resection, 36 males and 18 females, aged 65–85 years, falling into ASA physical status II or III, were randomly divided into two groups ($n = 27$ in each group): traditional ventilation group (group T) and lung protective ventilation strategy (group P). Patients in group T were set the tidal volume (V_T) at 9 ml/kg without PEEP and recruitment manoeuvres (RMs), patients in group P were set V_T 7 ml/kg and with RMs, meanwhile, combined with optimal PEEP determined by dynamic compliance (Cdyn). Cdyn and Pplat were recorded 10 min after anesthesia induction (T_1) and 30 min after every RMs (T_2 , T_3 , T_4). Arterial oxygenation index were recorded at T_1 – T_4 , 30 min after extubation (T_5) and 3 d after surgery (T_6). Modified clinical pulmonary infection score (mCPIS) was recorded at pre-operation and T_6 . **Results** Compared with group T, the oxygenation index in group P were significantly improved at T_4 – T_6 ($P < 0.05$), the Cdyn in group P were significantly improved at T_3 and T_4 ($P < 0.05$), and the mCPIS in group P was significantly reduced at T_6 ($P < 0.05$). **Conclusion** Optimal PEEP combined with low V_T and RMs as a protective ventilation strategy can improve perioperative oxygenation and reduce mCPIS in patients undergoing laparoscopic colorectal cancer radical resection.

【Key words】 Dynamic compliance; Positive end expiratory pressure; Recruitment manoeuvres; Lung protective ventilation

由于腹腔镜结直肠癌根治术多为老年患者且

耗时长,术中患者需要 Trendelenburg 体位以及二氧化碳气腹,造成膈肌上移、肺顺应性和功能残气量下降,成为围术期肺损伤发生的高危因素^[1]。有研究表明,PEEP 联合低 V_T 和肺复张(recruitment manoeuvres, RMs)已被证实在某些外科手术中对肺有保护作用^[2-3],但保护性机械通气的 PEEP 设置仅

DOI: 10.12089/jca.2020.06.006

作者单位:310016 杭州市,浙江大学医学院附属邵逸夫医院麻醉科[周建伟(现在浙江大学丽水医院麻醉科)、谢俊然];浙江大学丽水医院麻醉科(王传光、黄燕、王武、吴铖炜、吴振华、程浩、雷李培)

通信作者:谢俊然,Email: xiejunran@zju.edu.cn

根据相关肺保护临床经验设置 PEEP^[4], 鲜有提出最佳 PEEP 应用于腹腔镜结直肠癌根治术的报道。本研究拟评价最佳 PEEP 肺保护通气策略对腹腔镜下结直肠癌根治术患者围术期氧合功能的影响。

资料与方法

一般资料 本研究已获浙江大学丽水医院伦理委员会批准(临床研究伦理 2017 第 56 号)。并经患者或家属签署知情同意书。选择 2018 年 1 月至 2019 年 5 月收治的腹腔镜下结直肠癌根治术患者, 性别不限, 年龄 65~85 岁, ASA II 或 III 级。排除标准: BMI > 30 kg/m², 术前存在呼吸系统并发症(COPD、哮喘、肺部手术史), 心功能 II 级以上, 术前 Hb < 100 g/L。

麻醉方法 患者术前静脉予咪达唑仑 0.03 mg/kg。入室常规监测后行桡动脉和中心静脉穿刺, 监测有创血压、动脉血气分析和 CVP。麻醉诱导: 依次静脉注射丙泊酚 1~2 mg/kg、舒芬太尼 0.2~0.4 μg/kg、顺式阿曲库铵 0.15~0.2 mg/kg, 气管插管术后行机械通气, I : E 1 : 2, 氧流量 2 L/min, FiO₂ 50%, 调节通气频率, 维持 P_{ET}CO₂ 35~45 mmHg。麻醉维持使用丙泊酚 150~200 μg·kg⁻¹·min⁻¹、瑞芬太尼 0.2~0.4 μg·kg⁻¹·min⁻¹ 维持 BIS 在 45~55, 顺式阿曲库铵根据手术时间需要维持, 直至手术结束前 30 min 停药, 术中气腹压力设置在 12 mmHg。

分组与处理 按随机数字表法随机分为两组: 传统组(T 组)和保护组(P 组)。患者 V_T 按照身高校正后体重(PBW)设置。PBW 计算公式男性为: 50 + 0.91 × [身高(cm) - 152.4], 女性为 45.5 + 0.91 × [身高(cm) - 152.4]。T 组患者设置 V_T 为 9 ml/kg 且无 PEEP 和 RMs; P 组患者设置 V_T 7 ml/kg, RR 14~18 次/分, 在气腹建立后, 进行容量递增鼓肺(RMs), RR 和 I : E 分别调整为 8 次/分和 1 : 1, V_T 由 7 ml/kg 开始逐步递增 2 ml/kg, 每步维持 3 次呼吸, 直至气道峰压(P_{peak})达 40 cmH₂O, RMs 后呼吸参数设置同前, 增加 PEEP 设置 14 cmH₂O, 每 1 分钟递减 2 cmH₂O 直到 4 cmH₂O, 期间观察肺动态顺应性(C_{dyn})据此确定患者最佳 PEEP 值后, 联合低 V_T(7 ml/kg)及 RMs(每次 30 min)。

观察指标 于麻醉诱导后 10 min(T₁)、每次 RMs 后 30 min(T₂、T₃、T₄)记录 C_{dyn}、肺泡死腔量及气道平台压(P_{plat})、并在 T₁—T₄、拔管后 30 min(T₅)及术后第 3 天(T₆)采集动脉血样本, 计算氧合

指数(OI), 记录术前和 T₆时的改良临床肺部感染评分(modified clinical pulmonary infection score, mCPIS)。评分参考 Pelosi 等的改良标准(气道分泌物、胸片情况、白细胞计数、OI、体温、痰培养六项, 每项 0~2 分), 肺泡死腔量(V_D/V_T) = (PaCO₂ - P_{ET}CO₂)/PaCO₂。

统计分析 统计软件采用 SPSS 22.0。样本量通过预试验数据使用 PASS 11.0 估算, 采用 Kolmogorov-Smirnov 法检验数据资料分布的正态性。正态分布计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用成组 *t* 检验; 计数资料比较采用 X² 检验。P < 0.05 为差异有统计学意义。

结果

T 组 2 例、P 组 1 例患者因手术方式的临时更改退出研究, 最终纳入 54 例患者, 每组 27 例。两组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、术前合并症、吸烟史、手术时间、术中出血量和术中输液量差异无统计学意义(表 1)。

表 1 两组患者一般情况的比较

指标	P 组(n=27)	T 组(n=27)
男/女(例)	19/8	17/10
年龄(岁)	70.2 ± 6.5	69.9 ± 7.2
BMI(kg/m ²)	22.7 ± 2.1	22.8 ± 2.4
ASA II/III 级(例)	26/1	26/1
术前合并症[例(%)]		
高血压	15(56)	17(63)
糖尿病	4(15)	5(19)
冠心病	1(4)	2(7)
脑梗死	1(4)	2(7)
吸烟史[例(%)]	8(30)	6(22)
手术时间(min)	227.4 ± 33.9	217.4 ± 36.7
术中出血量(ml)	114.8 ± 56.9	109.6 ± 52.3
术中输液量(ml)	2 127.8 ± 261.8	2 111.1 ± 247.4

与 T 组比较, T₃、T₄ 时 P 组 C_{dyn} 明显升高, T₄—T₆ 时 P 组 OI 明显升高(P < 0.05)(表 2)。

两组术前 mCPIS 差异无统计学意义。与 T 组比较, T₆ 时 P 组 mCPIS 明显降低(P < 0.05)(图 1)。

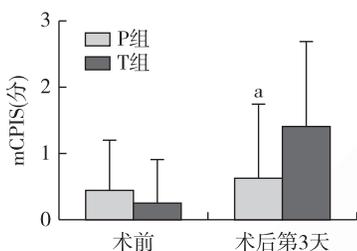
讨论

在本研究中, 采用 C_{dyn} 指导探寻腹腔镜下结直

表 2 两组患者围术期氧合指数及呼吸力学参数指标的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Cdyn (ml/cmH ₂ O)	P 组	27	53.1±8.6	29.4±4.4	29.7±4.3 ^a	29.2±4.7 ^a	-	-
	T 组	27	55.5±6.3	27.9±4.6	26.9±4.4	26.0±4.2	-	-
Pplat (cmH ₂ O)	P 组	27	12.1±1.1	22.4±1.4	22.5±1.4	22.4±1.6	-	-
	T 组	27	12.5±1.4	20.9±3.0	21.4±3.0	21.9±1.8	-	-
OI (mmHg)	P 组	27	470.4±37.8	486.4±87.9	473.9±80.7	463.4±80.2 ^a	380.3±53.7 ^a	366.1±51.5 ^a
	T 组	27	479.4±48.5	482.1±106.6	450.5±128.7	409.1±107.3	348.7±50.3	332.4±64.7
V _D /V _T (%)	P 组	27	18.6±5.4	20.9±6.6	20.5±6.1	21.6±6.3	-	-
	T 组	27	19.0±6.1	21.3±5.4	22.6±5.6	23.0±5.5	-	-

注:与 T 组比较, ^aP<0.05



注:与 T 组比较, ^aP<0.05

图 1 两组患者手术前后 mCPIS 的比较

肠癌根治术患者的最佳 PEEP。研究对象在气腹体位建立后,给予容量递增手法鼓肺,肺复张完成后通过 PEEP 滴定,设置 PEEP 在最高 Cdyn 时的数值,滴定过程未见对血流动力学有明显影响[每搏量变异度 (SVV) 均在 13% 以下)。Jan 等^[5]在一项肥胖患者的保护性通气方案研究中提出,顺应性可作为确定最佳 PEEP 的较好指标。Nieman 等^[6]一篇综述报道中指出,应用顺应性确定最佳 PEEP 的可行性。因此,认为对于腹腔镜结直肠癌根治患者可以通过 Cdyn 确定的最佳 PEEP,本研究显示最佳 PEEP 联合低潮气量以及 RMs 的保护策略对腹腔镜结直肠癌根治患者围术期氧合功能有所改善,同时降低了 mCPIS。

PEEP 滴定较多的被急诊和 ICU 医师用于 ARDS 患者保护性通气呼吸参数的设置,目的在于促使湿肺患者得到最大的氧合,但对于临床麻醉工作,不仅需要改善患者氧合,还能促进塌陷肺泡复张,防止肺泡的过度膨胀,有利于气体交换,增加肺泡通气量,降低术后肺部并发症的发生。RMs 后应用 PEEP 可防止肺泡再塌陷加强保护性通气策略效

果,但是 PEEP 水平选择不能太低而起不到肺脏保护作用,也不能太高导致不可避免肺泡过度膨胀,同时一个较高的 PEEP 设置可导致胸内压力增高影响血流动力学而出现术中低血压,增加血管活性药物的使用量^[7]。因此,最佳 PEEP 可以定义为在最大氧合、最佳 Cdyn、最低肺泡死腔量和较少引起血流动力学波动的情况下,改善围术期肺功能,增加氧合,减少肺部并发症。

PEEP 设置可引起 Pplat 升高,增加肺损伤风险,而低 V_T和较高动态顺应性的状态下有助于降低高气道压导致的肺气压伤风险。有研究指出,ARDS 患者死亡率与 ΔP 强相关,不是单一 PEEP 或 Pplat 的大小,而是两者的差值^[8-9]。本研究结果与之一致,保护组患者在机械通气过程中 Pplat 均比传统组高,但两者的差距随着手术时间的延长逐渐缩短,且两组顺应性比较在第 2 次鼓肺后 30 min 即出现显著差异,说明保护组在最佳 PEEP 的保护性通气策略下能维持较好的肺功能,继而改善氧合。

以往有关术中保护性机械通气的研究中,PEEP 的应用并不按照个性化设置,在不同患者群体选择单一、无依据的 PEEP 得出的结果缺乏科学性。而且 PEEP 设置应根据患者的年龄段特点、手术方式以及患者体位等特点^[10-11]进行个性化综合选择。一项 2019 年的国际专家共识中亦强调 PEEP 设置需要个性化^[12]。Ruszkai 等^[13]使用静态肺顺应性和血气分析结果来确定最佳 PEEP,然后将其设置为保护组通气策略,试验的最终结果亦提示对患者围术期氧合有所改善。本研究结果与之相一致,但相对于先前研究所具有的特点:(1)使用 PEEP

滴定方案探寻腹腔镜结直肠癌根治患者的最佳 PEEP; (2) RMs 是通过逐步潮气量递增手法而不是常规使用的皮囊挤压来实现的, 可减少对血流动力学的影响, 因此本研究显示保护性通气策略的使用不造成血流动力学的影响; (3) 在 RMs 之后, PEEP 从 14 cmH₂O 开始, 每个步骤降低 2 cmH₂O 直至到 4 cmH₂O, 探寻的最佳 PEEP 比 Stefan 等在每个步骤降低 5 cmH₂O 情况下的更精确。同时本研究亦存在一定的局限性, 采用胸片来评估术后肺部状况相对于 CT 不够精确。

综上所述, 运用肺动态顺应性来探寻腹腔镜结直肠癌根治患者最佳 PEEP, 结合低潮气量、每半小时进行一次肺复张的保护性通气策略改善了围术期患者氧合。

参 考 文 献

- [1] Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth*, 2017, 118(3): 317-334.
- [2] Guldner A, Kiss T, Serpa Neto A, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology*, 2015, 123(3): 692-713.
- [3] Kim SH, Na S, Lee WK, et al. Application of intraoperative lung-protective ventilation varies in accordance with the knowledge of anaesthesiologists: a single-centre questionnaire study and a retrospective observational study. *BMC Anesthesiol*, 2018, 18(1): 33.
- [4] 杨柠, 潘道波. 肺保护通气对老年腹腔镜结直肠癌根治术患者脑氧代谢的影响. *医学临床研究*, 2017, 34(5): 928-931.
- [5] Van Hecke D, Bidgoli JS, Van der Linden P. Does lung compliance optimization through PEEP manipulations reduce the incidence of postoperative hypoxemia in laparoscopic bariatric surgery? A randomized trial. *Obes Surg*, 2019, 29(4): 1268-1275.
- [6] Nieman GF, Satalin J, Andrews P, et al. Personalizing mechanical ventilation according to physiologic parameters to stabilize alveoli and minimize ventilator induced lung injury (VILI). *Intensive Care Med Exp*, 2017, 5(1): 8.
- [7] Algera AG, Pisani L, Bergmans D, et al. RELAX-REstricted versus Liberal positive end-expiratory pressure in patients without ARDS; protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 2018, 19(1): 272.
- [8] Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 2015, 372(8): 747-755.
- [9] Ferrando C, Suarez-Sipmann F, Tusman G, et al. Open lung approach versus standard protective strategies: effects on driving pressure and ventilatory efficiency during anesthesia-a pilot, randomized controlled trial. *PLoS One*, 2017, 12(5): e0177399.
- [10] Wirth S, Baur M, Spaeth J, et al. Intraoperative positive end-expiratory pressure evaluation using the intratidal compliance-volume profile. *Br J Anaesth*, 2015, 114(3): 483-490.
- [11] Ferrando C, Mugarra A, Gutierrez A, et al. Setting individualized positive end-expiratory pressure level with a positive end-expiratory pressure decrement trial after a recruitment maneuver improves oxygenation and lung mechanics during one-lung ventilation. *Anesth Analg*, 2014, 118(3): 657-665.
- [12] Young CC, Harris EM, Vacchiano C, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth*, 2019, 123(6): 898-913.
- [13] Ruzskai Z, Kiss E, László I, et al. Effects of intraoperative PEEP optimization on postoperative pulmonary complications and the inflammatory response: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 2017, 18(1): 375.

(收稿日期: 2019-08-31)