

· 论 著 ·

术中不同时期呼气末正压通气对全身麻醉老年患者血气指标和肺顺应性的影响

范国祥¹, 薛官国², 孙 杰³, 丁正年³

[摘要] 目的 探讨术中低潮气量复合不同时期呼气末正压通气(PEEP)的保护性肺通气策略对开腹手术全身麻醉老年患者动脉血气分析指标和肺顺应性的影响。方法 选择接受开放性腹部手术的老年全身麻醉患者 60 例,随机分为常规通气组、中期 PEEP 组和后期 PEEP 组。常规通气组未复合 PEEP,中期 PEEP 组在手术开始后 1 h 复合 PEEP,后期 PEEP 组在拔管前 1 h 复合 PEEP,各组 PEEP 设定为 10 cmH₂O,持续 1 h。3 组均采用间歇性正压通气(IPPV)模式,潮气量为 6 mL/kg,吸呼比为 1:1.5~2,调节呼吸频率,维持呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂) 在 35~45 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)。分别于术前、术后 1 h、术后 24 h 抽取动脉血行血气分析,并记录气管插管后 30 min、术中 90 min 和拔管前 30 min 的潮气量、PEEP 值、气道峰压(P_{peak}),计算肺顺应性(CL)。结果 与术前比较,术后 1 h 各组 PaCO₂ 明显升高($P<0.05$),常规通气组和后期 PEEP 组氧合指数(OI)明显降低($P<0.05$),常规通气组和中期 PEEP 组肺泡-动脉氧分压差(A-aDO₂)明显升高($P<0.05$);与术后 1 h 比较,术后 24 h 中期 PEEP 组 PaCO₂ 明显降低($P<0.05$),常规通气组 OI 明显升高($P<0.05$),常规通气组和中期 PEEP 组 A-aDO₂ 明显下降($P<0.05$),其余差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 低潮气量复合术中 1 h PEEP 或拔除气管导管前 1 h 复合 PEEP 均能改善术后血气指标,前者可以改善术后 1 h 和术后 24 h 的氧合功能。

[关键词] 呼气末正压通气;老年患者;腹部手术;血气指标;肺顺应性

[中图分类号] R614.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-271X(2017)04-0368-04

[DOI] 10.3969/j.issn.1672-271X.2017.04.009

Effects of ventilation with and positive end-expiratory pressure in different periods on arterial blood gas analysis index and lung compliance in elderly patients undergoing abdominal surgery with general anesthesia

FAN Guo-xiang¹, XUE Guan-guo², SUN Jie³, DING Zheng-nian³

(1. Department of Anesthesiology, Sir Run Run Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, Jiangsu, China; 2. Department of Anesthesiology, the Second People's Hospital of Jiangning, Nanjing 211103, Jiangsu, China; 3. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effects of protective lung ventilation strategy with low tidal volume and positive end-expiratory pressure (PEEP) in different periods on arterial blood gas analysis index and lung compliance in elderly patients undergoing abdominal surgery with general anesthesia. **Methods** Sixty elderly patients undergoing open abdominal surgery with general anesthesia were randomly divided into routine ventilation group (group A), medium phase of PEEP group (group B) and later phase of PEEP group (group C). Not compound PEEP group A, group B compound PEEP 1 h after the beginning of surgery and group C compound PEEP 1 h before extubation, constituting the setting of 10 cmH₂O, last 1 h. Three groups all use of intermittent positive pressure ventilation (IPPV) model, the tidal volume of 6 mL/kg, inspiratory expiratory ratio of 1:1.5~2, maintain P_{ET}CO₂ in 35~45 mmHg by

adjusting respiratory rate. Respectively preoperative, postoperative 1 hour and postoperative 24 hours were collected in the arterial blood gas analysis, and record the tidal volume (VT), PEEP, the airway peak pressure (Peak) in 30 min after tracheal intubation, 90 min after the beginning of surgery and 30 min before extubation, and calculate lung compliance (CL). **Results** Compared with the reoperative, PaCO₂ increased significantly in postoperative 1 h group, OI decreased significantly in group A and group

作者单位: 1. 211166 南京,南京医科大学附属逸夫医院麻醉科; 2. 211103 南京,南京市江宁区第二人民医院麻醉科; 3. 210029 南京,南京医科大学第一附属医院麻醉科

通信作者: 丁正年, E-mail: dingzhengnian@sina.com

引用格式: 范国祥, 薛官国, 孙 杰, 等. 术中不同时期呼气末正压通气对全身麻醉老年患者血气指标和肺顺应性的影响[J]. 东南国防医药, 2017, 19(4): 368-371.

C, A-aDO₂ were significantly increased in group A and group B. Compared with postoperative 1 h, postoperative 24 h PaCO₂ decreased in group B, OI was significantly increased in group A and A-aDO₂ decreased significantly in group A and group B. There was no statistically significant difference remaining. **Conclusion** Low tidal volume combined with 1H intraoperative PEEP or PEEP 1 h before extubation can improve postoperative blood gas indexes, the former can improve oxygenation function of postoperative 1 h and postoperative 24 h.

[**Key words**] Positive end-expiratory pressure; The elderly patients; Abdominal surgery; Arterial blood gas analysis; Lung compliance

社会老龄化加剧,老年患者手术越来越多。如何降低老年患者术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPC) 逐渐成为一项具有临床应用价值和实际意义的研究课题。可靠研究表明^[1],术中低潮气量联合呼气末正压通气(positive end-expiratory pressure, PEEP)的肺保护性通气策略有助于降低腹部手术患者 PPC 的发生率,但同时 PEEP 增加了呼吸机相关性肺损伤(VALI)的风险,并减少心输出量。而 PEEP 如何有效实施存在争议,本研究通过手术过程中设定低潮气量复合不同时期 PEEP 的策略,观察其对老年腹部外科手术患者动脉血气指标和肺顺应性的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择南京医科大学第一附属医院 2013 年 11 月至 2014 年 4 月择期在全身麻醉下行开放性腹部手术的老年患者 60 例,美国麻醉医师协会分级(ASA) I ~ II 级,年龄 ≥ 65 岁,预计手术时间 > 2 h,随机分为 3 组,常规通气组、中期 PEEP 组和后期 PEEP 组,每组各 20 例。排除合并糖尿病、严重心血管疾病者,戒烟时间 < 8 周,术前红细胞比容(Hct) < 30%,既往药物滥用、依赖史,接受化疗或放疗 < 2 个月,术中使用腹腔镜。所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法 所有患者术前常规禁食、禁水。入室后建立外周静脉通路并常规输液,监测有创动脉压(iBP)、心率(HR)、脉搏血氧饱和度(SpO₂)、心电图(ECG)和体温(T)等。麻醉诱导均为依次静脉注射咪达唑仑、依托咪脂、芬太尼和罗库溴铵,3 ~ 5 min 后气管插管成功行间歇性正压通气(IPPV)机械通气,氧气流量 2 L/min,潮气量(V_T)均为 6 ~ 8 mL/kg,吸呼比 1:1.5 ~ 2,调节呼吸频率维持呼气末二氧化碳分压(P_{ET} CO₂) 在 35 ~ 45 mmHg,限制气道峰压(P_{peak}) < 40 cmH₂O。中期 PEEP 组手术开始后 1 h 复合 PEEP 10 cmH₂O,持续 1 h 后调整为 0 cmH₂O。后期 PEEP 组气管导管拔除前(自主呼吸、意识恢复, V_T > 5 mL/kg,呼吸频率 12 ~ 20 次/min) 1 h 复合 PEEP 10 cmH₂O,至成功拔除气管导管。所有患者

术后给予布托啡诺自控静脉镇痛,控制疼痛视觉模拟评分法(VAS)评分 < 3 分。

1.3 观察指标 所有患者于术前、术后 1 h、术后 24 h 抽取动脉血行血气分析[PaO₂、PaCO₂、肺泡-动脉氧分压差(A-aDO₂)],并记录插管后 30 min、术中 90 min 和拔管前 30 min 的 P_{peak},计算氧合指数(OI)及肺顺应性(CL)。

$$OI = PaO_2 / FiO_2 \text{ (} FiO_2 \text{ 为吸入氧浓度)}$$

$$CL = V_T / (P_{peak} - PEEP)$$

1.4 统计学分析 所有数据采用 SPSS19.0 软件进行分析,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用方差分析;分类变量比较采用 χ^2 检验。重复测量数据采用混合效应模型进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 各组一般资料比较 60 例患者均顺利完成手术及研究计划。各组患者在性别、年龄、体重指数(BMI)、术中出血量、输液量、手术时间、术前 Hct 等方面比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 不同时间点的动脉血气指标变化比较 术前各组 PaCO₂、OI、A-aDO₂ 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。与术前比,术后 1 h 各组 PaCO₂ 均明显升高($P < 0.05$),常规通气组、中期 PEEP 组 A-aDO₂ 明显升高($P < 0.05$),常规通气组、后期 PEEP 组 OI 明显降低($P < 0.05$);术后 24 h 常规通气组、后期 PEEP 组 PaCO₂ 均明显升高($P < 0.05$),常规通气组 OI 明显降低($P < 0.05$)。与术后 1 h 比,术后 24 h 中期 PEEP 组 PaCO₂ 均明显降低($P < 0.05$),常规通气组 OI 明显升高($P < 0.05$),常规通气组、中期 PEEP 组 A-aDO₂ 明显降低($P < 0.05$),其余差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 P_{peak} 和 CL 的比较 3 组 P_{peak} 在插管后 30 min 差异无统计学意义($P > 0.05$),中期 PEEP 组、后期 PEEP 组在复合 PEEP 期间 P_{peak} 明显上升($P < 0.05$),肺顺应性明显增高($P < 0.05$),但中期 PEEP 组与后期 PEEP 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 1 各组开放性腹部手术全身麻醉老年患者一般资料的比较

项目	常规通气组(<i>n</i> = 20)	中期 PEEP 组(<i>n</i> = 20)	后期 PEEP 组(<i>n</i> = 20)
性别(男/女)	17/3	12/8	15/5
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	70.80 ± 5.23	70.30 ± 5.73	70.75 ± 4.08
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.26 ± 2.85	23.22 ± 2.78	22.29 ± 2.99
术中出血量($\bar{x} \pm s$, mL)	237.50 ± 190.48	262.50 ± 189.79	237.50 ± 173.87
输血量($\bar{x} \pm s$, mL)	1910.00 ± 678.16	1900.00 ± 425.50	1835.00 ± 663.54
手术时间($\bar{x} \pm s$, min)	229.75 ± 83.22	222.00 ± 44.44	214.25 ± 54.03
术前 Hct($\bar{x} \pm s$, %)	37.20 ± 5.00	37.75 ± 5.07	36.80 ± 6.72

表 2 各组开放性腹部手术全身麻醉老年患者不同时间点血气指标的比较($\bar{x} \pm s$, mmHg)

组别	<i>n</i>	PaCO ₂	OI	A-aDO ₂
常规通气组	20			
术前		37.30 ± 2.70	380.20 ± 65.08	23.10 ± 12.83
术后 1 h		42.35 ± 4.80 [*]	310.35 ± 45.62 [*]	38.45 ± 21.46 [*]
术后 24 h		40.20 ± 3.83 [*]	344.45 ± 58.39 ^{*#}	28.25 ± 11.73 [#]
中期 PEEP 组	20			
术前		39.70 ± 3.26	382.00 ± 55.91	24.20 ± 10.69
术后 1 h		44.35 ± 4.75 [*]	365.85 ± 75.48	32.20 ± 23.66 [*]
术后 24 h		41.85 ± 5.20 [#]	367.80 ± 58.59	20.60 ± 11.91 [#]
后期 PEEP 组	20			
术前		38.55 ± 3.36	381.45 ± 50.77	25.35 ± 11.41
术后 1 h		43.60 ± 4.84 [*]	343.40 ± 48.21 [*]	29.15 ± 11.33
术后 24 h		41.60 ± 2.28 [*]	354.70 ± 64.16	24.00 ± 13.23

与各组术前比较, ^{*}*P* < 0.05; 与各组术后 1 h 比较, [#]*P* < 0.05; 1 mmHg = 0.133 kPa

表 3 各组开放性腹部手术全身麻醉老年患者不同时间点 Ppeak 和 CL 的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	Ppeak (cmH ₂ O)	CL (mL/cmH ₂ O)
常规通气组	20		
插管后 30 min		15.10 ± 2.00	26.87 ± 2.97
术中 90 min		15.23 ± 1.62	25.12 ± 2.12
拔管前 30 min		15.95 ± 2.33	25.49 ± 2.86
中期 PEEP 组	20		
插管后 30 min		15.05 ± 2.06	27.43 ± 4.76
术中 90 min		23.40 ± 1.35 [*]	30.58 ± 4.60 [*]
拔管前 30 min		14.92 ± 2.53	28.62 ± 3.28
后期 PEEP 组	20		
插管后 30 min		14.10 ± 2.07	27.13 ± 4.26
术中 90 min		15.24 ± 2.21	25.04 ± 4.16
拔管前 30 min		21.90 ± 1.94 [*]	32.70 ± 7.55 ^{*#}

与本组插管后 30 min 比较, ^{*}*P* < 0.05; 与本组术中 90 min 比较, [#]*P* < 0.05; 1 cmH₂O = 0.098 kPa

3 讨 论

手术后肺部并发症包括肺不张、肺炎、支气管痉挛、支气管炎、呼吸功能不全等,可延长住院时

间,增加死亡率和医疗费用,是老年患者围手术期死亡风险的重要原因之一^[2]。其发生率因年龄、ASA 分级、手术类别和部位、麻醉方式等因素而不同,可高达 24%~42%^[3]。

试验数据和临床研究证明^[4-5],术中低潮气量复合肺复张的肺保护性通气策略有助于减少甚至避免并发症的产生。深入研究表明联合使用低潮气量通气和肺复张策略可以使患者受益,而不是单一策略应用。肺复张实施应用有较多的方法,如叹息、间断高水平 PEEP、控制性肺膨胀(sustained insufflation, SI)、俯卧位通气等。目前尚没有最佳 PEEP 水平的判定标准,临床上用肺压力容积曲线(P-V 曲线)分析、滴定法、高分辨率 CT、动态顺应性监测等替代方法,证实最佳 PEEP 在 5~15 cmH₂O^[6]。因此本研究采用潮气量 6 mL/kg 复合 PEEP 10 cmH₂O 作为可靠性手段,使平台压不超过 2.94~3.43 kPa (30~35 cmH₂O),促进肺泡复张,改善氧合。

目前低潮气量复合 PEEP 的术中保护性通气策略如何准确有效实施尚属未知。设定 PEEP 的同时

增加了呼吸机相关性肺损伤(VALI)的风险,增加胸腔内压,使静脉回流阻力和肺血管阻力增加,导致心输出量减少^[7-8]。因此尽量缩短 PEEP 时程是减少 PEEP 不良反应的可能手段。本研究在手术过程中采用低潮气量保护性通气策略的不同时期复合 PEEP,观察术中不同时期 PEEP 对老年腹部外科患者肺功能是否存在差异。

PaCO₂常反映通气效率,OI 可较好地反映患者的缺氧程度和肺损伤情况,A-aDO₂是判断血液从肺泡摄取氧能力的主要指标之一,反映肺换气功能。肺顺应性是指在单位跨肺压力下肺容量的改变能力,主要反映肺扩张的难易程度及肺组织的弹性能力,是评价肺泡通气和肺损伤的主要参数^[9-10]。本研究中结果表明,与术前比,常规通气组(无 PEEP 组)术后 1 h 和 24 h 的 OI 明显下降,术后 1 h 和 24 h 的 PaCO₂明显升高,A-aDO₂术后 1 h 升高,术后 24 h 恢复;中期 PEEP 组术后 1 h 和 24 h 的 OI 无明显变化,术后 1 h 的 PaCO₂、A-aDO₂显著升高,术后 24 h 恢复;后期 PEEP 组术后 1 h 的 OI 明显下降,术后 24 h 恢复。中期 PEEP 组与后期 PEEP 组在复合 PEEP 期间 P_{peak}明显上升($P<0.05$),肺顺应性明显增高($P<0.05$),这与呼气末正压通气增加功能残气量,改善肺泡的顺应性本身有关^[11],但中期 PEEP 组与后期 PEEP 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。

这项研究也有局限性。首先,目前临床已采用多种综合措施预防术后肺部并发症,其发生率较先前已有所降低,因此样本量估计可能偏小;其次,由于手术室环境受限,术中 FiO₂过高(接近 100%),复张的肺泡可能会因为氧气吸收过快而再次萎陷;再次,受实验条件限制,大部分患者未能获得术后胸部影像学特征表现。

综上所述,低潮气量复合术中 1 h PEEP 或拔除气管导管前 1 h PEEP 均能改善术后血气指标。前

者可以改善术后 1 h 和术后 24 h 的氧合功能,而后者仅有助于术后 24 h 的氧合改善,对术后 1 h 作用欠佳,且两者对术中患者肺顺应性的改善无明显差异。

【参考文献】

- [1] Colloca G, Santoro M, Gambassi G. Age-related physiologic changes and perioperative management of elderly patients[J]. Surg Oncol, 2010, 19(3): 124-130.
- [2] Mulligan MS, Berfield KS, Abbaszadeh RV. Management of Postoperative Respiratory Failure[J]. Thorac Surg Clin, 2015, 25(4): 429-433.
- [3] 金芳,谢剑锋,潘纯,等. 肺应力和应变在急性呼吸窘迫综合征患者机械通气中应用的研究进展[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(27): 2156-2158.
- [4] Fernandez-Bustamante A, Hashimoto S, Serpa Neto A, et al. Perioperative lung protective ventilation in obese patients[J]. BMC Anesthesiology, 2015, 15(22): 345-350.
- [5] Fares WH, Carson SS. The relationship between positive end expiratory pressure and cardiac index in patients with acute respiratory distress syndrome[J]. J Crit Care, 2013, 28(6): 992-997.
- [6] 刘文君,郑晖,苏跃,等. 根据压力容积曲线设置呼气末正压的肺保护性通气对单肺麻醉患者的影响[J]. 医学研究生学报, 2010, 23(10): 1055-1058.
- [7] Kuchnicka K, Maciejewski D. Ventilator-associated lung injury[J]. Anaesthesiol Intensive Ther, 2013, 45(3): 164-170.
- [8] 朱剑仙,宋斌,詹新华,等. 应用保护性机械通气救治烧伤复合肺爆震伤[J]. 东南国防医药, 2010, 12(1): 42-44.
- [9] 穆恩,马晓春. 急性呼吸窘迫综合征肺顺应性与潮气量选择[J]. 中国实用内科杂志, 2013, 33(11): 848-850.
- [10] 卢树标,梁振宇,吴碧彤. ARDS 病例中氧合指数与 SP02/FiO₂ 的比较观察[J]. 中国社区医师, 2010, 12(12): 135-136.
- [11] Nespoulet H, Rupp T, Bachasson D, et al. Positive expiratory pressure improves oxygenation in healthy subjects exposed to hypoxia[J]. PLoS One, 2013, 8(12): e85219.

(收稿日期:2017-03-14; 修回日期:2017-04-26)

(本文编辑:叶华珍; 英文编辑:王建东)