

小潮气量不同通气方式在开胸手术单肺通气时的临床疗效

王 雁, 杨 渊[△]

(昆明医科大学第一附属医院麻醉科, 昆明 650032)

[摘要] **目的** 观察小潮气量复合呼气末正压通气(PEEP)和连续气道正压通气(CPAP)在开胸手术单肺通气时气道管理的效果。**方法** 择期行肺叶切除术的患者 90 例, ASA I ~ II 级, 单肺通气时在保证每分钟通气量不变的情况下, 按不同的通气方式分为 3 组, 每组 30 例。I 组全潮气量通气[潮气量(VT) 10 mL/kg, 呼吸频率(RR)12 bpm], II 组小潮气量复合健侧肺 PEEP(VT 6 mL/kg, RR 20 bpm, PEEP 5 mm H₂O), III 组小潮气量复合健侧肺 PEEP 和患侧肺 CPAP(VT 6 mL/kg, RR 20 bpm, PEEP 5 mm H₂O, CPAP 4 mm H₂O)。在双肺全潮气量通气 30 min 后(T₀)、单肺通气 30 min 后(T₁)、恢复双肺通气 30 min 后(T₂), 记录平均动脉压(MBP)、心率(HR)和气道峰压(P_{peak})变化, 并分析氧分压(PaO₂)、二氧化碳分压(PaCO₂)变化。**结果** 与 I 组比较, II、III 组 T₁ 时 PaO₂ 和 PaCO₂ 明显升高(P<0.05), P_{peak} 明显下降(P<0.05), MBP、HR 无明显变化(P>0.05)。与 II 组比较, III 组在 T₁ 时 PaO₂ 明显升高(P<0.05), 其余指标差异无统计学意义(P>0.05)。3 组患者麻黄碱、阿托品使用例次差异无统计学意义(P>0.05)。**结论** 单肺通气时小潮气量复合 PEEP 和 CPAP 可改善动脉氧合, 降低 P_{peak}。

[关键词] 潮气量; 单肺通气; 正压呼吸**[中图分类号]** R614.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2019)06-0987-03

Clinical efficacy of different ventilatory patterns in low tidal volume during one-lung ventilation

WANG Yan, YANG Yuan[△]

(Department of Anesthesiology, First Affiliated Hospital, Kunming Medical University, Kunming, Yunnan 650032, China)

[Abstract] **Objective** To observe the efficacies of airway management in low tidal volume combined with PEEP and CPAP during one-lung ventilation for thoracotomy. **Methods** Ninety ASA I - II patients undergoing elective pulmonary lobectomy were selected and randomly divided into three group according to different ventilatory patterns while ensuring minute ventilation volume unchanging, 30 cases in each group. The group I was given the full tidal ventilation(VT=10 mL/kg, RR=12 bpm), the group II was given the small tidal volume combined PEEP in unjured side lung (VT=6 mL/kg, RR=20 bpm, PEEP 5 mm H₂O) and the group III was given the small tidal volume combined PEEP in unjured side lung and CPAP in injured lung (VT=6 mL/kg, RR=20 bpm, PEEP 5 mm H₂O and CPAP 4 mm H₂O). The changes of mean arterial blood pressure(MBP), HR and airway peak pressure(P_{peak}) at 30 min after double-lung full tidal volume ventilation(T₀), 30 min at one-lung ventilation(T₁) and 30 min after double lungs ventilation recovery (T₂) were recorded. Moreover the changes of PaO₂ and PaCO₂ were analyzed. **Results** Compared with the group I, PaO₂ and PaCO₂ at T₁ in the group II and III were significantly increased (P<0.05), but P_{peak} was significantly decreased (P<0.05) and MBP and HR had no significant difference (P>0.05). Compared with the group II, PaO₂ at T₁ in the group III was significantly increased(P<0.05), and the other indexes had no statistically significant difference (P>0.05). **Conclusion** During one-lung ventilation, low tidal volume combined PEEP and CPAP can improve the arterial oxygenation and decrease the airway peak pressure.

[Key words] tidal volume; one-lung ventilation; positive-pressure respiration

单肺通气可防止血液及分泌物进入健侧肺, 并有助于保持手术视野相对开阔, 有利于手术各项操作的进行。单肺通气时的低氧血症是一个尚未解决的焦点问题, 其发生率大约占胸科手术中的 1%^[1]。单肺

通气时全潮气量通气可能会导致肺泡过度膨胀引起气压伤^[2], 潮气量过小又可能引起小气道的过早关闭。有研究表明^[3], 对分侧肺独立实施连续气道正压通气(continuous positive airway pressure, CPAP)/

呼气末正压通气(positive end expiratory pressure, PEEP)不仅有利于处理低氧血症和肺不张,更重要的是作为一种肺保护通气策略,有助于防止急性肺损伤。以前的研究多采用降低潮气量增加呼吸频率来维持通气量,但小潮气量复合 CPAP 和 PEEP 的研究尚少见报道。本研究观察小潮气量复合 PEEP 和 CPAP 在开胸手术单肺通气时气道管理的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 择期行肺叶切除术患者 90 例,男 52 例,女 38 例,麻醉 ASA 分级 I ~ II 级,平均年龄(51.1±9.3)岁,平均体质量(60.3±9.2)kg。术前心功能正常、肺功能基本正常,平静未吸氧下 SpO₂ ≥ 95%,无贫血、高血压,肝、肾功能正常。纤支镜排除双腔管定位不好者。90 例患者分为 I、II、III 组,每组 30 例,各组患者一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究经伦理委员会批准(2016L50),患者及家属知情同意。

1.2 方法 患者入室后开放上肢静脉,输入复方电解质 10 mL·kg⁻¹·h⁻¹,监测血压、心率(HR)、血氧饱和度、心电图。于局部麻醉下桡动脉穿刺置管并行有创动脉血压监测。麻醉诱导静脉注射芬太尼 4 μg/kg、丙泊酚 2 mg/kg、维库溴铵 0.1 mg/kg。面罩去氮给氧后行气管插管,插入左侧 Robetshaw 双腔支气管导管(男性 F37~39,女性 F35~37),纤支镜下定位,固定。连接麻醉机,于手术开始前行双肺全潮气量通气[潮气量(VT) 10 mL/kg,呼吸频率(RR) 12 bpm],吸呼比 1:2,吸入氧浓度 100%,氧流量 2 L/min。维持用药丙泊酚泵注 100~200 μg·kg⁻¹·min⁻¹,瑞芬太尼 0.2~0.4 μg·kg⁻¹·min⁻¹,视患者情况追加维库溴铵 2 mg,根据手术需求调节麻醉深度。翻侧卧位,纤支镜重新确认支气管导管位置正确。手术开始行健侧单肺通气,吸入氧浓度 100%,氧流量 2 L/min。I 组全潮气量单肺通气(VT 10 mL/

kg,RR 12 bpm),II 组小潮气量复合健侧肺 PEEP(VT 6 mL/kg,RR 20 bpm,PEEP 5 mm H₂O),III 组小潮气量复合健侧肺 PEEP 和患侧肺 CPAP(VT 6 mL/kg,RR 20 bpm,PEEP 5 mm H₂O,CPAP 4 mm H₂O),I、II 组单肺通气时未通气侧支气管导管开口放于空气中。术中处理:收缩压降低超过基础值 20%或低于 90 mm Hg,静脉注入麻黄碱 6 mg;HR 低于 60 bpm,静脉注入阿托品 0.3~0.5 mg,必要时可重复给药。

1.3 监测指标 连续监测患者心电图、HR、血氧饱和度和气道峰压(peak airway pressure, Ppeak)、有创平均动脉血压(mean arterial pressure, MBP)。并在双肺通气 30 min 后(T₀)、单肺通气 30 min 后(T₁)、恢复双肺通气 30 min 后(T₂),行动脉血气分析,记录动脉血氧分压(partial pressure of oxygen in arterial blood, PaO₂)和动脉血二氧化碳分压(partial pressure of carbon dioxide in arterial blood, PaCO₂)。记录每组麻黄碱、阿托品等血管活性药物的使用次数比较差异,排除其对 HR、MBP 的干扰。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 13.0 统计软件进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用配对 t 检验,组内比较采用 q 检验;计数资料以频数表示,采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

T₁ 时点:与 I 组比较,II、III 组患者 PaO₂ 和 PaCO₂ 明显升高($P<0.05$),Ppeak 明显下降($P<0.05$),MBP、HR 无明显差异($P>0.05$);与 II 组比较,III 组 PaO₂ 明显升高($P<0.05$),其余指标差异无统计学意义($P>0.05$)。T₂ 时点:3 组患者 PaCO₂、PaO₂、Ppeak、HR、MAP 差异均无统计学意义($P>0.05$);3 组患者 PaO₂ 较 T₀ 时明显下降($P<0.01$),见表 1、2。3 组患者麻黄碱、阿托品使用例次差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 3 组患者不同时点 PaO₂、PaCO₂、Ppeak 变化($\bar{x} \pm s, n=30$)

组别	PaO ₂ (mm Hg)			PaCO ₂ (mm Hg)			Ppeak(mm H ₂ O)		
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂
I 组	388.9±6.6	136.7±22.8	302.8±20.9 ^c	36.7±3.5	36.9±4.7	38.9±0.7	17.5±1.5	24.2±2.3	18.4±1.5
II 组	406.2±13.5	196.8±13.5 ^a	317.9±26.7 ^c	36.5±3.2	44.1±3.8 ^a	38.6±4.1	18.2±1.7	20.3±3.4 ^a	18.9±2.2
III 组	397.6±9.8	241.8±25.6 ^{ab}	325.2±16.8 ^c	37.0±2.7	44.0±3.7 ^a	38.2±3.7	17.9±2.4	20.8±1.7 ^a	18.0±2.4

a: $P<0.05$, 与 I 组比较; b: $P<0.05$, 与 II 组比较; c: $P<0.01$, 与 T₀ 比较

表 2 3 组患者不同时点 MAP 和 HR 变化($\bar{x} \pm s$)

组别	MBP(cm Hg)			HR(次/分)		
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂
I 组(n=30)	92.4±5.4	85.4±5.6	102.3±16.2	81.9±13.1	85.2±9.5	84.6±17.5
II 组(n=30)	96.1±7.1	87.6±3.3	105.3±12.0	79.4±17.1	83.2±10.9	80.3±11.2
III 组(n=30)	90.2±3.9	85.9±4.9	100.6±9.8	82.3±11.6	82.6±13.1	81.5±9.6

3 讨 论

单肺通气时,全潮气量通气可致气道压力过高,严重压迫肺泡内血管和微小气管,使健侧的血管阻力增大,血液大量分流至患侧,且一侧肺容纳双侧肺的潮气量,极易使气道压过高,导致气压伤,引起肺呼吸功能不全,加重低氧血症。为了防止潮气量过小导致通气不足,小气道提前闭合,笔者在单肺通气时采用小潮气量复合 PEEP,PEEP 可避免肺泡早期闭合,增加呼气末肺泡的容积,使肺功能残气量增大,改善肺顺应性,防止肺泡塌陷,有利于氧合^[4]。但 PEEP 过大可导致胸内压升高,并且一定程度上增加肺容量,使肺泡小血管受压,增加肺血管阻力,使静脉回流受阻,造成血流动力学紊乱^[5]。YSUI 等^[6]认为 5 cm H₂O 的 PEEP 可使吸气扩张的肺泡在呼气时不至于萎缩,大大提高了单肺通气时的 PaO₂,是单肺通气的最佳 PEEP。本研究为防止小潮气量肺泡小气道塌陷复合 5 cm H₂O PEEP。

理论上,单肺通气时改善氧合的理想方式是双肺分别进行 PEEP/CPAP,无论血液流经哪一侧肺,均有机会参与肺泡的氧交换。有研究表明^[7],萎陷肺的顺应性只有 10 cm H₂O,5~10 cm H₂O 的 CPAP 由于没有潮气量运动,又是小流量低水平压力,患侧肺轻微膨胀仅占 50~100 mL 空间,并不影响手术操作,还可能有利于叶间裂的解剖。但也有研究^[8-9]认为,由于跨肺压是 5 cm H₂O,CPAP>5 cm H₂O 会使肺过度膨胀而影响手术。所以本研究中复合 4 cm H₂O 的 CPAP。基于 BENUMOF 等^[10]的研究,PaO₂ 在 OLV 后 20 min 可以稳定,故选择 30 min 作为血气分析的期限。

本研究中单肺通气 30 min 后,与 I 组相比,II、III 组 PaO₂ 明显升高,有效改善围术期患者氧合;而与 II 组比较,III 组 PaO₂ 明显升高,表明复合 PEEP/CPAP 对改善更氧合更为有效,其机制可能为低水平的 CPAP 使患侧肺泡保持开放,减少死腔;增加了静止肺容量,增大了肺泡通气。另有研究认为其可降低肺内分流^[9,11]。而同时单肺通气 30 min 后,与 I 组相比,II、III 组 PaCO₂ 也明显升高,虽然单肺通气时通气血流比会不匹配,但总的分钟通气量不变。由于 CO₂ 具有较高的扩散能力,加之 PEEP 的作用使呼气末小气道开放,有利于 CO₂ 的排出。且本研究选取患者体质量均大于 50 kg,避免了死腔量较大低体质量病例,所以 PaCO₂ 仍处于临床允许范围内。单肺通气 30 min 后,与 I 组相比,II、III 组 P_{peak} 明显下降,减少了发生气压伤的危险,这体现了 II、III 组使用了小潮气量通气的优势;MBP、HR 无明显差异,表明 5 cm H₂O PEEP 对血流动力学影响不大,这可能是小量 PEEP 使肺泡复张同时肺血管重新开放,使肺血管容量增加,有利于右室功能的改善,使血流动力学的影响达到最小。

麻醉过程中肌松药的使用导致呼吸肌群失去支持张力,胸腔容积出现改变,膈肌向头侧移动,功能残气量和肺顺应性明显降低,这使肺泡更易塌陷不张,导致肺内分流和通气-血流比例失调,引起低氧血症。现已证实,这些改变不仅发生于术中,术后早期仍持续存在^[12]。且单肺通气、手术操作、缺血缺氧、缺血/再灌注均对肺有损伤,所以恢复双肺通气 30 min,3 组 PaO₂ 较初始双肺通气 30 min 后明显下降。

张光明等^[13]给予 3~5 cm H₂O 的 CPAP,发现可以有效减少白细胞介素 8 mRNA 和 1 β 的表达水平,抑制炎症反应,提示对患侧肺有一定的保护作用。但恢复双肺通气 30 min 后,3 组 PaO₂ 差异均无统计学意义,这并未证明小潮气量复合 PEEP/CPAP 对术毕 PaO₂ 的影响,这可能与本研究术前肺功能较好,单肺通气时间较短,尚未形成差异有关。

总之,小潮气量复合 PEEP/CPAP 的通气方式有利于改善氧合,降低气道压,且对血流学没有明显影响,可能有利于减少术后低氧血症的发生。但如何采取更佳的通气模式,减少低氧血症的发生,实现更好的肺保护作用,尚需进一步研究。

参考文献

- [1] SLINGE R. Management of one-lung anesthesia [J]. *Anesth Analg*, 2005, Supp 1: 89-94.
- [2] SLINGER P, SCOTT W A. Arterial oxygenation during one lung ventilation: a comparison of enflurane and isoflurane [J]. *Anesthesiology*, 1995, 82: 940-946.
- [3] GRICHNIK K P, SHAW A V. Update on one-lung ventilation: the use of continuous positive airway pressure ventilation and positive end-expiratory pressure ventilation-clinical application [J]. *Curr Opin Anesth*, 2009, 22(1): 23-30.
- [4] MERCAT A, DIEHL J L, MICHARD F, et al. Extending inspiratory time in acute respiratory distress syndrome [J]. *Crit Care Med*, 2001, 29(1): 40.
- [5] BENUMOF J L. One-lung ventilation: which lung should be PEEPed? [J]. *Anesthesiology*, 1982, 56: 161-163.
- [6] TSUI S L, CHAN C S, CHAN A S, et al. A comparison of two-lung high frequency positive pressure ventilation and one-lung ventilation plus 5 cm H₂O nonventilated lung CPAP, in patients undergoing anaesthesia for oesophagectomy [J]. *Anaesth Intensive Care*, 1991, 19(2): 205-212.
- [7] CAPAN L M, TURNDORF H, CHANDRAKANT P, et al. Optimization of arterial oxygenation during one-lung anesthesia [J]. *Anesth Analg*, 1980, 59(11): 847-851.
- [8] EI-TAHAN M R, EI GHONEMY Y F, REGAL M A, et al. Comparative study of the non-dependent continuous positive pressure ventilation and high-frequency positive-pressure ventilation during one-lung ventilation for video-assisted thoracoscopic surgery [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2011, 12(6): 899-902.

导致凝血时间延长叠加增加了 LA 检测难度^[5]。ISTH 2009 LA 诊断指南推荐患者停药 1~2 周或 INR<1.5 时再行检测^[6],当 INR>1.5 时用 1:1 混合试验。本研究发现即使 INR<1.5,也会有 LA 比值假阳性,并且会使筛选试验时间和确证试验时间延长,与此指南有差异。而英国血液学标准化委员会(BCSH)2012 LA 诊断指南^[7]删除了当 INR<1.5 时直接检测 LA 这一项,可能也发现了这个问题,推荐口服华法令做混合试验和大班蛇毒凝固时间法(TS-VT)+蛇静脉酶时间(ET)检测 LA。TSVT+ET 目前国内很难展开,1:1 混合试验简单可行,即健康人混合血浆(至少 20 例)和患者血浆 1:1 混合后检测 LA,主要可排除凝血因子缺乏的影响。混合血浆补充了患者缺乏的 X 因子,使凝血时间正常,LA 比值正常。能纠正由华法令引起的假阳性,与本试验结果相吻合。但因为稀释效应可导致 1:1 混合试验出现假阴性^[8],本试验口服华法令 LA 假阳性患者混合试验的筛选、确证试验时间较健康者延长($P<0.01$)可以证明这一点,尽管筛选、确证试验时间都在正常范围内。混合试验阴性不能完全排除 LA 存在。

DRVVT 试验的试剂中存在抗肝素剂,试剂说明书中明确规定当肝素水平达到 1 U/UL 时,对结果没有影响,因 LA 筛选试剂和 LA2 确证试剂中含中和试剂,可能针对的是小剂量的普通肝素而对 LMWH 无效,其原因是 LMWH 主要含抗 Xa,LMWH 抗 Xa 活性检测是专家推荐的监测 LMWH 抗凝效果的方法^[9]。而 DRVVT 蝮蛇毒直接激活 X 因子,因而使用 LMWH 会出现 LA 比值假阳性。有报道接受 LMWH 治疗的患者血浆抗 Xa 活性能够被检出,但水平仍然很低^[10]。本研究发现即使血浆中 LMWH 抗 Xa 活性不高也能使筛选、确证试验时间延长,出现 LA 比值的假阳性。

LA 阳性大多伴血栓,而血栓患者大多服抗凝药物,调查显示 1/3 患者在进行 LA 检测时已经进行抗凝治疗^[11]。实验室与临床应建立及时有效的沟通程序,减少分析前干扰因素对结果解释的影响^[12]。应在

报告阳性结果时审查患者当前治疗药物,间隔 12 周重新检测,LA 持续阳性与血栓风险更相关。

参考文献

- [1] 贾敏,刘建辉,冯志山.抗 β_2 糖蛋白 I 抗体和抗磷脂抗体综合征[J].医学检验与临床,2006,17(5):48-49.
 - [2] GRIS J C,BOUVIER S,NOUVELLON E, et al. Antiphospholipid antibodies and the risk of pregnancy complications[J].Thromb Res,2017,151(Suppl 1):34-37.
 - [3] 饶绘,陈斌.狼疮抗凝物阳性结果的临床分析[J].临床输血与检验,2016,18(5):488-490.
 - [4] 李洋,吕明恩,薛峰.狼疮抗凝物二例报告并文献复习[J].中华血液学杂志,2016,37(2):130-133.
 - [5] 谢波,徐升强,崔天盆.狼疮抗凝物实验室规范化检测进展[J].临床检验杂志,2016,34(2):144-146.
 - [6] PENGO V,TRIPODI A,REBER G, et al. Update of the guidelines for lupus anticoagulant detection[J].J Thromb Haemost,2009,7(10):1737-1740.
 - [7] KEELING D,MACKIE I,MOORE G W, et al. Guidelines on the investigation and management of antiphospholipid syndrome[J].Br J Haematol,2012,157(1):47-58.
 - [8] 寿玮龄,陈倩,吴卫,等.不同狼疮抗凝物检测试验的临床诊断效能研究[J].中华医学杂志,2015,95(34):2760-2765.
 - [9] 中华医学会心血管病学分会肺血管病学组.急性肺栓塞诊断与治疗中国专家共识[J].中华心血管杂志,2016,44(3):197-211.
 - [10] 胡光荣,李臣宾,周文宾,等.肝素抗凝治疗监测相关项目的性能验证[J].临床输血与检验,2017,19(3):252-257.
 - [11] FAVALORO E J,BONAR R,MARSDEN K. Internal quality control and external quality assurance in testing for antiphospholipid antibodies: part II-Lupus anticoagulant[J].Semin Thromb Hemost,2012,38(4):404-411.
 - [12] 寿玮龄,陈倩,吴卫,等.改良蝮蛇毒磷脂时间试验和硅凝固时间试验检测狼疮抗凝物的性能验证[J].检验医学,2017,32(3):224-228.
- (收稿日期:2018-10-26 修回日期:2018-12-26)
-
- (上接第 989 页)
- [9] 马武华,关键强,高婉菱,等.CPAP 对化疗后单肺通气时氧合及肺内分流的影响[J].中山大学学报(医学科学版),2004,25(1):81-84.
 - [10] BENUMOF J L,AUGUSTINE S D,GIBBONS J A. Halothane and isoflurane only slightly impair arterial oxygenation during one lung ventilation in patients undergoing thoracotomy[J].Anesthesiology,1987,67:910-915.
 - [11] 尧永华,郭子林.CPAP 对单肺通气氧合的影响[J].河北医学,2006,12(8):733-735.
 - [12] STRENDBERG A,TOKICS L,BRISMAR B, et al. Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period[J].Acta Anaesthesiol Scand,1986,30:154-158.
 - [13] 张光明,钱刚,朱明.持续气道正压对高龄肺癌患者单肺通气时肺泡灌洗细胞 IL-1 β 和 IL-8mRNA 表达的影响[J].复旦学报(医学版),2011,38(2):141-143.
- (收稿日期:2018-10-12 修回日期:2018-12-04)