

压力与容量控制通气模式对危重症患者心排血指数和胸腔内血容量指数影响的比较研究

李智伯 高心晶 秦英智

【摘要】 目的 比较在机械通气过程中双水平气道正压(BIPAP)与同步间歇指令通气(SIMV)两种模式对患者心排血指数(CI)、胸腔内血容量指数(ITBVI)的影响。方法 选择 24 例因各种原因需行有创机械通气和脉搏指示连续心排量(PiCCO)技术监测血流动力学的患者,根据 CI 分为心功能正常组(9 例)和心功能低下组(15 例)。在 BIPAP 模式下,调整吸气压使潮气量(V_T)分别维持于 6、10、15 ml/kg,其他参数不变,呼吸机模式改为 SIMV 后, V_T 调节同前。以上各种条件维持 20 min 后测量呼吸力学及中心静脉压(CVP)、CI、ITBVI 指标,试验过程中上述参数随机选择进行。结果 在心功能正常组,两种呼吸模式间 CI、ITBVI、心率(HR)、平均动脉压(MAP)、平均气道压(Pmean)、内源性呼气末正压(PEEPi)的变化均无明显差异(P 值分别为 0.067、0.124、0.348、0.328、0.110、0.187);而外周循环阻力指数(SVRI)在 10 ml/kg V_T 时,BIPAP 模式下高于 SIMV 模式($P=0.030$)。在心功能低下组,CI、ITBVI 在 SIMV 模式下下降明显,仅在 10 ml/kg V_T 时 CI 差异有统计学意义($P<0.05$);在 6、10、15 ml/kg V_T 时 BIPAP 模式下 Pmean 均较 SIMV 模式低(P 值分别为 0.003、0.000、0.004);而 SVRI、HR、MAP 及 PEEPi 在不同 V_T 水平两种呼吸模式间差异均无统计学意义。结论 两种通气模式随 V_T 增加均可使 CI、ITBVI 降低。在相同 V_T 时,压力控制模式(BIPAP)较容量控制模式(SIMV)Pmean 相对低,对 CI、ITBVI 影响相对较小,因此,应用 PiCCO 监测容量变化时通气模式可影响 CI、ITBVI。

【关键词】 机械通气模式; 心排血指数; 胸腔内血容量指数

Study on the effect of control mode of pressure and volume on cardiac index and intrathoracic blood volume index in critically ill patients LI Zhi-bo, GAO Xin-jing, QIN Ying-zhi. The Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

Corresponding author: QIN Ying-zhi, Email: yzhiqin@yahoo.com.cn

【Abstract】 **Objective** To compare the effect of control mode of pressure and volume of mechanical ventilation on cardiac index (CI), intrathoracic blood volume index (ITBVI) in patients. **Methods** Twenty-four patients in whom mechanical ventilation and pulse indicator continuous cardiac output (PiCCO) monitoring were necessary were involved, and they were divided into normal heart function group (9 cases) and heart dysfunction group (15 cases) on the base of CI. Mechanical ventilation was used with the mode of bi-level positive airway passage (BIPAP), and the inspiratory pressure was maintained at the tidal volume (V_T) of 6, 10, 15 ml/kg. After the mechanical ventilation mode was changed to synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV) and maintained for 20 minutes, breathing mechanics and central venous pressure (CVP), CI, ITBVI were measured. **Results** In the normal heart function group, there were decrease in mean arterial pressure (MAP), CI and ITBVI, increase in heart rate (HR), mean airway pressure (Pmean) and intrinsic positive end expiratory pressure (PEEPi) in both modes of mechanical ventilation without significant difference (P values were 0.067, 0.124, 0.348, 0.328, 0.110, 0.187, respectively). Systemic vascular resistance index (SVRI) was higher in the BIPAP group compared with SIMV group ($P=0.030$). In the heart dysfunction group, the CI and ITBVI were decreased in the SIMV mode, and CI was decreased significantly in the 10 ml/kg group ($P<0.05$). Pmean in BIPAP group was increased than that in SIMV group in all V_T levels (P values were 0.003, 0.000, 0.004, respectively). There was no significant difference in SVRI, HR, MAP and PEEPi in all groups. **Conclusion** In the two mechanical ventilation modes, with an increase in V_T , CI and ITBVI may decrease. The Pmean is lower when BIPAP mode in used compared with SIMV, when V_T is same. So mechanical ventilation and V_T can influence the readings of CI and ITBVI when PiCCO monitoring is employed.

【Key words】 mechanical ventilation mode; cardiac index; intrathoracic blood volume index

机械通气可引起胸腔内压、肺容量变化,并可单

DOI:10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.10.007

基金项目:天津市医药卫生课题资助项目(07KZ15)

作者单位:300170 天津市第三中心医院 ICU

通信作者:秦英智,Email:yzhiqin@yahoo.com.cn

一或联合影响心脏前后负荷、心率(HR)及心脏收缩功能,正压通气开始时全身血管阻力急剧降低^[1]。因此,机械通气条件下评估血容量变化受诸多因素影响。本研究中重点探讨相同潮气量(V_T)下不同通气

模式对容量参数的影响,报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例资料:采用前瞻性研究方法,选择本院综合重症监护病房(ICU)2007 年 8 月—2008 年 2 月收治的需行有创机械通气及脉搏指示连续心排量(PiCCO)技术监测血流动力学患者。排除有肺癌、阻塞性肺炎、气胸、大量胸腔积液、胸廓畸形、肺切除术后患者。共入选 24 例,根据心排量指数(CI)分为两组。心功能正常组($CI \geq 2.2 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)9 例,其中男 8 例,女 1 例;年龄(61.7 ± 15.7)岁;病因:冠心病 4 例,慢性阻塞性肺疾病(COPD)1 例,急性呼吸窘迫综合征(ARDS)2 例,脑血管疾病 2 例。心功能低下组($CI < 2.2 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)15 例,其中男 10 例,女 5 例;年龄(75.8 ± 6.5)岁;病因:冠心病 7 例,COPD 2 例,脑血管疾病 4 例,吸入性肺炎 1 例,胆石症伴急性胰腺炎术后 1 例。两组一般情况比较差异无统计学意义(P 均 > 0.05)。

1.2 研究方法:采用双水平气道正压(BIPAP)通气,完全控制通气模式,若有自主呼吸,适当给予镇静。调整吸气压使 V_T 维持在 6 ml/kg ,通气频率 20 次/min ,吸呼比(I:E)1:2,呼气末正压(PEEP) $5 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$),吸入氧浓度(FiO_2)为 0.50 〔可根据末梢血氧饱和度进行调整,维持脉搏血氧饱和度(SpO_2) > 0.92 〕,呼吸机触发灵敏度 2 L/min 。经右颈内静脉置管监测中心静脉压(CVP)。PiCCO 监测时经右股动脉注射冰盐水,持续监测有创动脉血压、血温及心排量(CO)。

1.3 监测数据:①基本参数:血压、HR、动脉血氧饱和度(SaO_2);②呼吸机参数: V_T 、平均气道压(Pmean)、平台压、气道阻力、顺应性;③血流动力学指标:CVP、CO、CI、每搏量(SV)、外周循环阻力指数(SVRI)、胸腔内血容量指数(ITBVI)。

1.4 实验步骤:在 BIPAP 模式下,调整吸气压使 V_T 分别维持在 $6, 10, 15 \text{ ml/kg}$,其他参数不变,呼吸机模式改为同步间歇指令通气(SIMV)后,分别

调节 V_T 为 $6, 10, 15 \text{ ml/kg}$,维持 20 min 后测量 CVP 及行心功能监测。研究过程中以上参数随机选择进行,通气过程中若出现 HR、血压明显下降或有恶性心律失常则立即结束试验。为排除 PEEP 的影响,各组 PEEP 均设定在 $5 \text{ cm H}_2\text{O}$ 水平。

1.5 统计学处理:使用 SPSS 12.0 统计软件,计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 心功能正常组(表 1):在各 V_T 水平,两种通气模式间 CI、ITBVI、HR、平均动脉压(MAP)、Pmean 及内源性呼气末正压(PEEPi)差异均无统计学意义(P 值分别为 $0.067, 0.124, 0.348, 0.328, 0.110, 0.187$)。在 $10 \text{ ml/kg } V_T$ 水平,BIPAP 模式下 SVRI 明显高于 SIMV 模式($P = 0.030$)。

2.2 心功能低下组(表 2):随着 V_T 增加,两种模式下 CI、ITBVI 均呈降低趋势。BIPAP 模式下的 CI、ITBVI 高于 SIMV 模式,仅在 $10 \text{ ml/kg } V_T$ 时 CI 差异有统计学意义($P < 0.05$)。在 $6, 10, 15 \text{ ml/kg } V_T$ 时,SIMV 模式下 Pmean 较高(P 值分别为 $0.003, 0.000, 0.004$);PEEPi 在 BIPAP 模式下相对较低(P 均 > 0.05);SVRI、HR、MAP 在两种模式间差异则无统计学意义(P 均 > 0.05)。

3 讨论

在临床机械通气应用过程中,机械通气模式分为两种,即压力控制通气(PCV)和容量控制通气(VCV)。VCV 是指呼吸机以设定的频率、恒定的吸气流速完成预设 V_T 的输送,患者的呼吸频率可以超过设定频率。此模式为提供已知的 V_T ,即使患者不能触发呼吸机, V_T 也不随患者肺和胸廓结构的改变而变化。而 PCV 是在呼吸机上设定最大吸气压,而非 V_T 。目前多数医师认为,与 VCV 相比,PCV 可以降低气道峰压,改善吸入气体的分布。除了呼吸力学方面的差异外,两种模式对容量影响是否有差异,亦引起了广泛关注。Auler Júnior 等^[2]对心脏术后

表 1 9 例心功能正常组患者不同通气模式对血流动力学参数的影响($\bar{x} \pm s$)

通气模式	V_T (ml/kg)	CI ($\text{L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	ITBVI (ml/m ²)	SVRI ($\text{kPa} \cdot \text{s} \cdot \text{L}^{-1}$)	HR (次/min)	MAP (mm Hg)	Pmean (cm H ₂ O)	PEEPi (cm H ₂ O)
SIMV	6	3.18 ± 1.68	987 ± 247	238.8 ± 92.5	99 ± 19	98 ± 22	11.2 ± 1.5	7.0 ± 1.6
	10	2.62 ± 1.03	882 ± 152	264.6 ± 86.5	100 ± 20	91 ± 19	14.1 ± 2.0	7.8 ± 2.0
	15	2.36 ± 1.11	793 ± 133	276.8 ± 108.8	104 ± 17	90 ± 14	18.0 ± 3.1	9.2 ± 2.9
BIPAP	6	3.16 ± 1.16	980 ± 233	243.7 ± 94.2	99 ± 18	96 ± 18	10.5 ± 1.5	7.0 ± 1.5
	10	2.58 ± 1.06	857 ± 187	$307.9 \pm 137.8^*$	104 ± 18	99 ± 13	13.9 ± 2.0	8.7 ± 2.5
	15	2.25 ± 1.03	757 ± 104	314.5 ± 110.0	105 ± 17	91 ± 15	17.9 ± 2.6	9.3 ± 2.9

注:与 SIMV 模式同 V_T 水平比较,* $P < 0.05$; $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$

表 2 15 例心功能低下组患者不同通气模式对血流动力学参数的影响($\bar{x}\pm s$)

通气模式	V_T (ml/kg)	CI ($L \cdot min^{-1} \cdot m^{-2}$)	ITBVI (ml/m ²)	SVRI ($kPa \cdot s \cdot L^{-1}$)	HR (次/min)	MAP (mm Hg)	Pmean (cm H ₂ O)	PEEPi (cm H ₂ O)
SIMV	6	1.80±0.29	842±192	370.7±115.5	110±24	94±12	11.6±2.4	7.1±2.5
	10	1.58±0.30	765±162	400.2±123.9	108±24	88±14	15.2±3.4	8.0±3.0
	15	1.36±0.26	683±137	441.2±145.7	111±26	84±12	19.1±4.3	9.2±3.4
BIPAP	6	1.85±0.27	880±216	378.7±105.3	110±24	95±13	10.9±2.1*	7.2±2.4
	10	1.64±0.28*	791±192	414.0±116.5	112±24	93±10	14.1±3.4*	7.8±2.9
	15	1.40±0.21	690±146	434.9±117.3	109±25	83±15	18.0±3.9*	9.0±3.2

注:与 SIMV 模式同 V_T 水平比较,* $P<0.05$

患者比较了两种模式的差异,结果表明,两种模式在 MAP、肺动脉楔压(PAWP)、右心房压(RAP)、HR 及氧供方面均无差异,但在 PCV 组,由于吸气压显著低于 VCV 组,使 PCV 组 CI 明显高于 VCV 组,而 SVRI 较低。Balick-Weber 等^[3]在比较两种模式后发现,尽管 PCV 模式下气道峰压相对较低,吸气峰流速较高,但在 VCV 转换为 PCV 后,心脏收缩功能及舒张功能均无变化,考虑短期内 PCV 模式与 VCV 模式相比并无显著有益的血流动力学效应。而另一种研究认为,在 V_T 相同条件下,气道峰压和 Pmean 只是反映通力气学的指标,对血流动力学的影响主要取决于 V_T 的变化,因此,两种呼吸模式间无明显差异^[4-7]。Pinsky 等^[8]研究也证实,在 PEEP 设定为固定数值时,SIMV 与 BIPAP 对 RAP 的影响相似,表明随着 PEEP 升高,CI 和 ITBV 逐渐下降,而 SIMV 和 BIPAP 两种通气模式间几乎无差异^[9-10]。而经食管超声心动图的研究证实了 PEEP 以及通气模式的调整,没有恶化左室功能^[11-13]。我们用 PiCCO 监测相同 V_T 水平下两种通气模式对容量参数(CI、ITBVI)的影响,显示结果是相似的。

本研究结果表明:在心功能正常组,两种通气模式间 CI、ITBVI、Pmean 变化差异均无统计学意义,而 SVRI 在 BIPAP 模式下高于 SIMV 模式;在心功能低下组,BIPAP 模式下 Pmean、PEEPi 相对较低,而 CI 和 ITBVI 的变化趋势与 Pmean、PEEPi 相反。说明应用 PiCCO 监测容量变化时,两种通气模式也可导致 CI、ITBVI 的变化,尤其对心功能低下者。而在衰竭心脏,BIPAP 模式下较低的 Pmean 及 PEEPi 对血流动力学的影响相对较小。

综上所述,在心功能正常组,由于心脏的代偿功能,BIPAP 和 SIMV 两种通气模式时 CI、ITBVI 降低无明显差异。而在心功能低下组,由于相同 V_T 水平时 BIPAP 模式下的 Pmean 和 PEEPi 较 SIMV 模式相对较低。因此,BIPAP 模式对心功能低下患者 CI 影响相对较小,与 SIMV 模式相比也似乎略

小。临床应用 PiCCO 监测容量状况时,机械通气模式对容量参数有影响。在 PiCCO 所测得的参数中,ITBV 及 CI 均可反映心脏负荷,因此 ICU 患者在 PiCCO 指导下进行液体治疗能缩短机械通气及住 ICU 时间^[14]。

参考文献

[1] 展春,秦英智,张纳新,等.急性心源性肺水肿机械通气治疗效果及对血流动力学的影响.中国危重病急救医学,2006,18(6):350-354.

[2] Auler Júnior JO, Carmona MJ, Silva MH, et al. Haemodynamic effects of pressure-controlled ventilation versus volume-controlled ventilation in patients submitted to cardiac surgery. Clin Intensive Care, 1995, 6(3):100-106.

[3] Balick-Weber CC, Nicolas P, Hedreville-Montout M, et al. Respiratory and haemodynamic effects of volume-controlled vs pressure-controlled ventilation during laparoscopy: a cross-over study with echocardiographic assessment. Br J Anaesth, 2007, 99(3):429-435.

[4] Pinsky MR, Matuschak GM, Bernardi L, et al. Hemodynamic effects of cardiac cycle-specific increases in intrathoracic pressure. J Appl Physiol, 1986, 60(2):604-612.

[5] Sternberg R, Sahebghami H. Hemodynamic and oxygen transport characteristics of common ventilatory modes. Chest, 1994, 105(6):1798-1803.

[6] Guyton AC. Effect on cardiac output of respiration, opening the chest, and cardiac tamponade//Guyton AC. Circulatory physiology: cardiac output and its regulation. Philadelphia: WB Saunders, 1963:378-386.

[7] Tyberg JV, Taichman GC, Smith ER, et al. The relationship between pericardial pressure and right atrial pressure: an intra-operative study. Circulation, 1986, 73(3):428-432.

[8] Pinsky MR, Desmet JM, Vincent JL. Effect of positive end-expiratory pressure on right ventricular function in humans. Am Rev Respir Dis, 1992, 146(3):681-687.

[9] Dhainaut JF, Devaux JY, Monsallier JF, et al. Mechanisms of decreased left ventricular preload during continuous positive pressure ventilation in ARDS. Chest, 1986, 90(1):74-80.

[10] Romand JA, Shi W, Pinsky MR. Cardiopulmonary effects of positive pressure ventilation during acute lung injury. Chest, 1995, 108(4):1041-1048.

[11] Lessard MR, Guérot E, Lorino H, et al. Effects of pressure-controlled with different I:E ratios versus volume-controlled ventilation on respiratory mechanics, gas exchange, and hemodynamics in patients with adult respiratory distress syndrome. Anesthesiology, 1994, 80(5):983-991.

- [12] Gunter JP, deBoisblanc BP, Rust BS, et al. Effect of synchronized, systolic, lower body, positive pressure on hemodynamics in human septic shock: a pilot study. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, 151(3 Pt 1): 719-723.
- [13] Schuster S, Erbel R, Weilemann LS, et al. Hemodynamics during PEEP ventilation in patients with severe left ventricular

failure studied by transesophageal echocardiography. *Chest*, 1990, 97(5): 1181-1189.

- [14] 张纳新, 秦英智, 徐磊, 等. 连续血流动力学监测技术在机械通气患者中的应用研究. *中国危重病急救医学*, 2006, 18(6): 359-362.

(收稿日期: 2009-07-07)

(本文编辑: 李银平)

• 经验交流 •

弹性引导芯在喉镜暴露困难气管插管中的应用

曾玲双

【关键词】 气管插管; 弹性引导芯; 困难插管

气管插管时喉镜暴露困难常会导致插管失败, 而应用弹性引导芯(简称探条)行盲探引导法是处理喉镜暴露困难气管插管的有效方法, 现将探条的应用经验总结如下。

1 资料与方法

回顾分析 2005—2008 年本院住院患者的全身麻醉记录单, 剔除小儿、孕妇、应用喉罩、气管切开、经鼻气管插管的口腔颌面外科手术、气管插管过程记录不完整者。符合条件者共计 5 037 份。

全麻诱导后用 Macintosh 喉镜行气管插管术, 根据喉镜下观察结果, 按照 Cormack 和 Lehane^[1]提出的分级法将声门暴露程度分为 I~IV 级, 其中 III、IV 级属于喉镜暴露困难, 共计 344 例。

当喉镜暴露为 III、IV 级, 用探条行盲探引导法气管插管术, 也可先用喉外压迫技术、McCoy 杠杆喉镜、McCoy 杠杆喉镜+喉外压迫技术进行气管插管术, 当不能完成气管插管时, 改用探条盲探引导法气管插管。具体方法为: 将涂抹润滑剂的探条从会厌软骨的后面朝向声门方向(III 级)或保持在中线位置(IV 级)轻柔地向前推进, 以顿挫感作为探条进入气管内的指征, 以无阻挡感作为探条进入食管内的指征。将气管导管套入已放置在气管内的探条上缓慢送入到所需深度后拔出探条, 若导管推入阻力过大不易进入声门, 则更换较小号的气管导管。用听诊法或呼气末二氧化碳波形再次证实气管导管位置后固定导管。

2 结果

5 037 例患者中, 喉镜暴露 III 级 286 例, IV 级 58 例, 共 344 例, 占 6.8%。采用探条盲探引导法插管 139 例(139/344, 占 40.4%), 全部成功。采用“钓鱼”法插管 108 例(108/344, 占 31.4%), 喉外压迫技术 62 例(62/344, 占 18.0%), McCoy 杠杆喉镜 31 例(31/344, 占 9.0%), 经鼻或逆行插管 4 例(4/344, 占 1.2%)。2005 年采用探条插管成功 11 例(11/67, 占 16.4%), 2006 年 21 例(21/74, 占 28.4%), 2007 年 40 例(40/88, 45.4%), 2008 年 67 例(67/115, 占 58.3%)。探条 1 次试插插入气管者 112 例(112/139, 占 80.6%), 2 次插管者 18 例(18/139, 占 12.9%), 3 次或 4 次插管者 9 例(9/139, 占 6.5%), 均可在 2 min 内完成气管插管术。术后随访未发生声带麻痹、气管损伤、食道穿孔等并发症。

3 体会

处理喉镜暴露困难气管插管的传统方法常用“钓鱼法”盲探试插, 该方法损伤大、耗时长、有时不易成功。目前, 完成喉镜暴露困难的气管插管有两种方法, 一是利用光学设备看到声带裂隙后进行气管插管, 或是用引导装置盲探后再引导完成气管插管。

利用引导装置盲探引导法气管插管是先将一个细的引导物盲探置入气管内, 再将气管导管套入引导物后送入气管内。常用的盲探引导装置有弹性橡胶引导芯、弹性引导管、探针、光索等。因探条具有弹性, 在盲探过程中不易损伤组织, 所以比硬质引导芯安全, 且插管成功率高于常规硬质导管芯, 插管时间仅比正常的气管插管长 10 s^[2]。当咽喉部因出血或分泌物导致视野受限时, 探条不

受视野限制, 用探条进行气管插管比纤维支气管镜能更为迅速、简便、容易^[3]。且探条具有价格低廉、携带方便、应用简单、易于推广的优点。

现在临床应用的探条由塑料制成, 表面光滑、实芯、两端钝圆、具有弹性, 前端呈“J”型, 可根据需要再加大型角度。判断探条是否在气管内的指征有以下几种方法: ①顿挫感。当探条进入气管后, 探条钝圆的前端在气管软骨环上滑动, 产生一种特殊的顿挫感最重要。②阻挡感。探条到达第三级小支气管后不能再前进, 有一种阻挡的感觉。如果误插入食管内, 探条仍然可以进一步向下推送直至探条全部送入。在顿挫感不明显时, 没有阻挡感是判断探条进入食道的指征。③呛咳。在清醒气管插管或慢诱导气管插管时, 探条进入气管可以诱发患者出现呛咳。

探条引导技术通过临床应用已逐渐得到认可, 使用率逐年升高, 已成为解决喉镜暴露困难气管插管的主要方法。探条是一种简单、有效的困难气管插管辅助装置, 应将其作为气管插管急救包、麻醉机和呼吸机的常用装置给予配备。

参考文献

- [1] Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*, 1984, 39(11): 1105-1111.
- [2] 薛富善. 现代呼吸管理. 河南, 郑州大学出版社, 2002: 506.
- [3] Noguchi T, Koga K, Shiga Y, et al. The gum elastic bougie eases tracheal intubation while applying cricoid pressure compared to a stylet. *Can J Anaesth*, 2003, 50(7): 712-717.

(收稿日期: 2009-09-20)

(本文编辑: 李银平)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.

2009.10.008

作者单位: 750001 宁夏回族自治区银川市第一人民医院麻醉科