

· 论著 ·

自动变流速在容量控制通气模式中的应用研究

宋云林 李颖 朱叶苇 窦清理 艾尔肯 柴瑞峰 于湘友

【摘要】 目的 监测呼吸机报警次数,评估自动变流速(AutoFlow)在容量控制通气中对患者的疗效和安全性。**方法** 将接受 Dräger Evita 4 呼吸机预计机械通气时间 >2 d 的 48 例成年患者按随机数字表法分为两组,每组 24 例。对照组常规给予同步间歇指令通气(SIMV)模式,观察组给予 SIMV 辅助应用 AutoFlow,均持续微量泵入咪达唑仑及芬太尼维持镇静 Ramsay 评分 2~3 分。记录呼吸机报警次数、血气分析结果及呼吸参数。**结果** 两组患者机械通气 5 d 内呼吸频率(RR)、潮气量(V_T)、呼气末正压(PEEP)、吸入氧浓度(FiO_2)、pH 值、动脉血二氧化碳分压($PaCO_2$)、动脉血氧分压(PaO_2)、氧合指数(PaO_2/FiO_2),以及镇静剂使用剂量和使用时间差异均无统计学意义。所有患者总机械通气时间为 164 d(3756 h),对照组 78 d(1812 h),观察组 86 d(1944 h);观察组机械通气时间[d, M (范围)]较对照组延长,但差异无统计学意义[3(1~15)比 2(1~28), $P>0.05$]。所有患者共记录到 23 843 次呼吸机报警,平均 6 次/h;对照组记录到 17 386 次,平均 9.6 次/h;观察组记录到 6457 次,平均 3.3 次/h;观察组每小时的呼吸机报警次数少于对照组($P<0.01$),观察组气道压力报警次数明显少于对照组[122(8~1068)比 565(13~1898), $P<0.01$]。两组患者机械通气 1~5 d 序贯器官衰竭评分(SOFA)无明显差异。观察组有 4 例发生呼吸机相关性肺炎,无气胸发生,而对照组分别为 8 例和 2 例;观察组重症监护病房(ICU)病死率低于对照组,但差异无统计学意义(25.0%比 37.5%, $P>0.05$)。**结论** AutoFlow 可安全用于容量控制通气模式,同时可以明显减少呼吸机报警的次数。

【关键词】 机械通气; 自动变流速; 呼吸机报警; 临床效果

The study of AutoFlow role in volume controlled ventilation SONG Yun-lin, LI Ying, ZHU Ye-wei, DOU Qing-li, Aierken, CHAI Rui-feng, YU Xiang-you. Department of Critical Care Unit, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang, China
Corresponding author: YU Xiang-you, Email: yu2796@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the efficacy and safety of automatic variable flow rate (AutoFlow) for volume control ventilation through monitoring the number of ventilator alarm. **Methods** Forty-eight adult patients receiving the Dräger Evita 4 ventilator with an expectation of more than 2 days duration were divided into two groups by randomly digital methods, each $n=24$. The patients in control group were received routinely mode with synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV), and the others in observation group were given SIMV and assist with AutoFlow. The midazolam and fentanyl was given to retain the Ramsay score 2-3 by continuous micro-pump. The ventilator alarm, blood gas analysis and respiratory function were recorded. **Results** There were no significant differences in respiratory rate (RR), tidal volume (V_T), positive end-expiratory pressure (PEEP), fraction of inspired oxygen (FiO_2), pH, arterial partial pressure of carbon dioxide ($PaCO_2$), arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), oxygenation index (PaO_2/FiO_2), as well as sedative dose and time between two groups within 5 days of mechanical ventilation. Duration of mechanical ventilation in all patients was 164 days (3756 hours), and 78 days (1812 hours) in control group, 86 days (1944 hours) in observation group. The duration of mechanical ventilation [days, M (range)] in observation group was longer than that in control group [3 (1-15) vs. 2 (1-28), $P>0.05$]. A total of 23 843 alarms were recorded, approximately 6 times/h, and 17 386 alarms in control group, averagely 9.6 times/h, 6457 alarms in the observation group, averagely 3.3 times/h. The number of ventilator alarm in observation group was less than that in control group ($P<0.01$). The number of airway pressure alarm in observation group was less than that in the control group [122(8-1068) vs. 565(13-1898), $P<0.01$]. There was no significant difference in sequential organ failure assessment (SOFA) score within 5 days between the two sets of mechanical ventilation. In the observation group ventilator-associated pneumonia (VAP) was occurred in 4 cases, and no pneumothorax happened, while in the control group there were 8 cases and 2 cases respectively. The mortality rate in intensive care unit (ICU) in observation group was lower than that in control group, but there was no statistical difference (25.0% vs. 37.5%, $P>0.05$). **Conclusion** AutoFlow is confirmed be safe for volume control ventilation mode, and could significantly reduce the alarm of ventilator.

【Key words】 Mechanical ventilation; Autoflow; Ventilator alarm; Clinical effect

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.06.003

项目基金:国家自然科学基金(81160232);新疆医科大学第一附属医院青年科研专项基金(2011N08)

作者单位:830054 乌鲁木齐,新疆医科大学第一附属医院重症医学科

通信作者:于湘友, Email: yu2796@163.com

随着对呼吸生理认识的深入与机械通气技术的发展,出现了各种新的通气模式和技术,为呼吸机的临床应用提供了更为广阔的前景^[1]。呼吸治疗技术的发展促进了新的更精准的通气模式的诞生,其设计模式使患者更加适合和安全。联合压力控制通气在低气道压力或高气道压力的情况下充分保证容量,也称为双重控制通气模式^[2]。AutoFlow(即自动变流速)是德国 Dräger 公司 Dräger Evita 系列呼吸机中的一项辅助功能,作为容量控制模式的一种附加功能,它能使呼吸机根据预设的潮气量(V_T)和当前的肺顺应性而自动控制吸气流速,以最小的气道压力来获得设置的 V_T ,并在吸气相和呼气相允许自主呼吸的存在,在保持容量控制通气供气量稳定的同时,尽量降低气道压,且最大限度地发挥自主呼吸,增加患者的舒适度^[2-4],从而减少呼吸机相关性肺损伤(VILI)及呼吸机的报警次数。重症监护病房(ICU)医务人员很多情况下不能正确地识别呼吸机报警,因此,减少报警次数、提高报警效率值得关注^[5]。本研究拟将 AutoFlow 辅助应用于同步间歇指令通气(SIMV)模式中,观察和评价 AutoFlow 用于容量控制通气的临床疗效和安全性。

1 资料与方法

1.1 入组条件:采用前瞻性研究方法,选择入住新疆医科大学第一附属医院 ICU、需要使用 Evita 4 呼吸机进行辅助控制通气、预计通气时间 >2 d 的成年患者作为观察对象。排除肿瘤、在入组前机械通气 >12 h、妊娠或者被其他研究纳入的患者。

本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准,并获得患者家属的知情同意。

1.2 机械通气:按随机数字表法将术后麻醉未醒患者分为两组,对照组常规应用 SIMV 模式(AF-);观察组应用 SIMV 辅助 AutoFlow(AF+)。参与试验的医生决定所有的呼吸机参数设置,并且他们不被该项研究的调查者干预。最初的呼吸机吸气压力报警上限设置为 $50 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($1 \text{ cm H}_2\text{O}=0.098 \text{ kPa}$);其他的呼吸警报设定根据患者体质量预设。至少每日进行 1 次血气分析,每日早晨记录呼吸机参数的设置数值并记录最高吸入氧浓度(FiO_2)、最高呼气末正压

(PEEP)、最高动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)、最低氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)、最低 pH 值^[6-7]。

1.3 镇静、镇痛:根据护理指导协议,采用微量泵持续泵入咪达唑仑及芬太尼镇静,镇静目标为 Ramsay 评分 2~3 分。

1.4 观察指标:呼吸机报警次数、呼吸机设置的变化、报警限值的设置和手动复位呼吸机报警次数(报警复位按钮)。每日进行序贯器官衰竭评分(SOFA),记录机械通气的持续时间,计算 ICU 病死率、气胸的发生率、呼吸机相关性肺炎(VAP)的发生率。

1.5 统计学处理:正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,使用成组 t 检验,同时应用两样本重复测量方差分析比较组间与组内差异;非正态分布的计量资料以中位数[M (范围)]表示,采用秩和检验;计数资料采用 Fisher 确切概率法及 χ^2 检验;应用 SPSS 15.0 软件进行统计分析,检验标准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料:共有 48 例患者入选,其中对照组 24 例,男性 14 例,女性 10 例;年龄 49~72 岁,平均 (61.45 ± 6.65) 岁;体质量 $(67.25 \pm 11.37) \text{ kg}$ 。观察组 24 例,男性 9 例,女性 15 例;年龄 44~90 岁,平均 (64.71 ± 12.94) 岁;体质量 $(67.58 \pm 12.05) \text{ kg}$ 。两组性别、年龄、体质量等一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),有可比性。

2.2 通气和气体交换(表 1;图 1):呼吸机参数设置和血气分析指标在两组中均无差异。1~5 d 的重复测量方差分析在两组中无论是呼吸机设置或血气分析指标,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

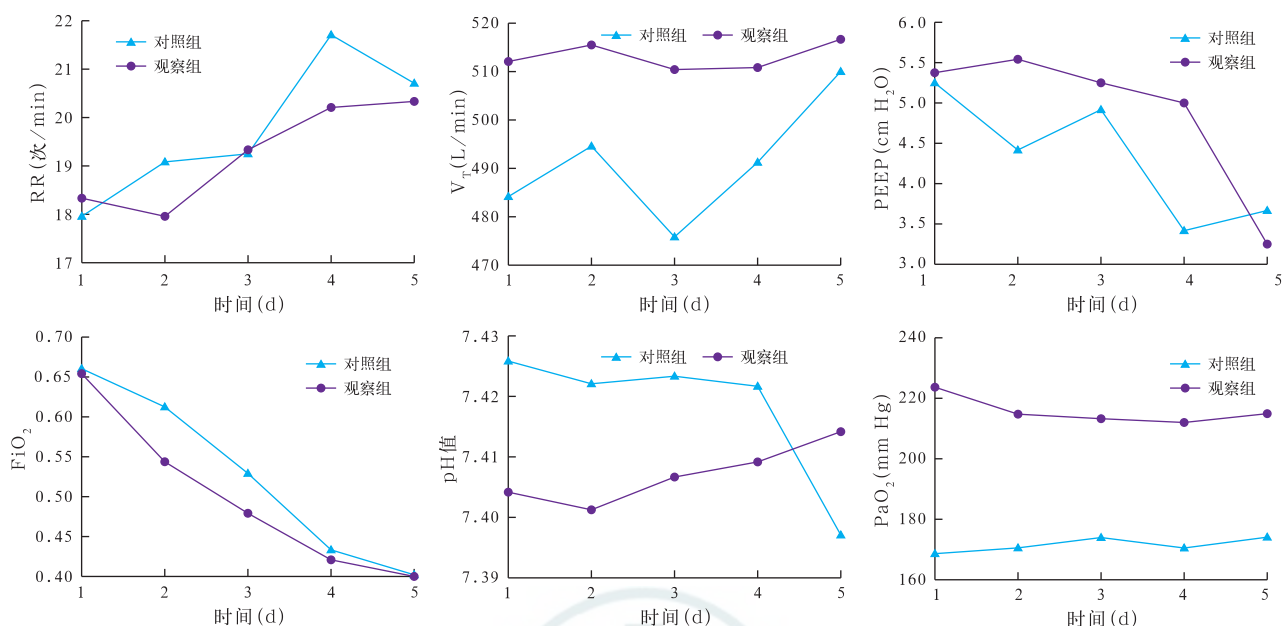
2.3 镇静、镇痛(表 2):根据镇静深度评分系统,使患者镇静深度评分达到 2~3 分,两组患者镇静天数、咪达唑仑及芬太尼用量、Ramsay 评分比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.4 呼吸机报警和干预措施(图 2):患者总机械通气时间为 164 d(3756 h),对照组 78 d(1812 h),观察组 86 d(1944 h)。共记录到 23 843 次呼吸机报警,平均 6 次/h;对照组记录到 17 386 次,平均 9.6 次/h;观察组记录到 6457 次,平均 3.3 次/h;两组比较差

表 1 同步间歇指令通气联合 AutoFlow 对患者呼吸机参数设置和血气分析指标的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	RR(次/min)	V_T (L/min)	PEEP(cm H ₂ O)	FiO_2	pH 值	PaCO_2 (mm Hg)	PaO_2 (mm Hg)	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mm Hg)
对照组	24	17.96 ± 2.46	484.17 ± 74.04	5.25 ± 2.69	0.66 ± 0.17	7.43 ± 1.00	48.63 ± 10.81	168.63 ± 69.26	271.66 ± 138.78
观察组	24	18.33 ± 2.57	512.08 ± 58.53	5.38 ± 3.51	0.99 ± 1.72	7.40 ± 0.10	43.54 ± 8.43	223.67 ± 125.82	341.71 ± 188.19

注:AutoFlow:自动变流速,RR:呼吸频率, V_T :潮气量,PEEP:呼气末正压, FiO_2 :吸入氧浓度, PaCO_2 :动脉血二氧化碳分压, PaO_2 :动脉血氧分压, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$:氧合指数; $1 \text{ cm H}_2\text{O}=0.098 \text{ kPa}$, $1 \text{ mm Hg}=0.133 \text{ kPa}$



注: AutoFlow: 自动变流速, RR: 呼吸频率, V_T : 潮气量, PEEP: 呼气末正压, FiO_2 : 吸入氧浓度, PaO_2 : 动脉血氧分压, 1 cm H₂O=0.098 kPa, 1 mm Hg=0.133 kPa

图1 同步间歇指令通气联合 AutoFlow 对患者机械通气 5 d 内呼吸机设置和血气分析指标的影响

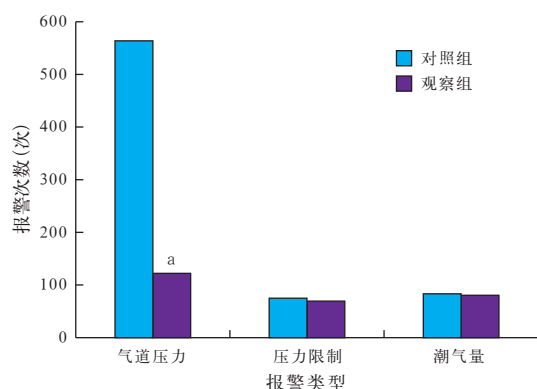
表2 同步间歇指令通气联合 AutoFlow 对患者镇静效果的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	镇静天数 (d)	咪达唑仑 ($mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$)	芬太尼 ($\mu g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$)	Ramsay 评分 (分)
对照组	24	3.25 ± 2.11	1.02 ± 0.43	31.79 ± 9.88	2.61 ± 1.44
观察组	24	3.58 ± 2.12	0.89 ± 0.31	84.25 ± 11.84	2.70 ± 1.51

注: AutoFlow: 自动变流速

差有统计学意义 ($P < 0.01$)。

两组呼吸机报警类型各不相同, 观察组产生的气道压力报警次数[122(8~1068)]明显少于对照组[565(13~1898), $P < 0.01$]; 两组在通气量及由于肺内压力过高限制通气的相关报警中无明显差异(均 $P > 0.05$)。



注: AutoFlow: 自动变流速; 与对照组比较, ^a $P < 0.01$

图2 同步间歇指令通气联合 AutoFlow 对患者呼吸机报警次数的影响

2.5 预后(表3): 对照组有2例发生气胸, 观察组未发生气胸。对照组有8例发生 VAP, 观察组有4例发生 VAP。两组机械通气时间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。对 1~5 d 的测量数据进行重复测量方差分析, 两组 SOFA 评分无明显差异 ($P > 0.05$)。两组 ICU 病死率亦无明显差异 ($P > 0.05$)。

表3 同步间歇指令通气联合 AutoFlow 对患者预后的影响

组别	例数	SOFA 评分 [岁, M(范围)]	机械通气时间 [d, M(范围)]	气胸 (例)	VAP (例)	ICU 病死率 [% (例)]
对照组	24	9(4~19)	2(1~28)	2	8	37.5(9)
观察组	24	9(2~17)	3(1~15)	0	4	25.0(6)

注: AutoFlow: 自动变流速, SOFA: 序贯器官衰竭评分, VAP: 呼吸机相关性肺炎, ICU: 重症监护病房

3 讨论

3.1 AutoFlow 的应用原理: 此试验观察 SIMV 模式辅助应用 AutoFlow 对长期临床预后的影响, 结果提示, 两组呼吸参数和血气分析的结果在机械通气过程中无明显差异。当使用 AutoFlow 时, 呼吸机报警更少。AutoFlow 即可保证按照预设 V_T 通气, 又可保证压力控制通气的优点。然而这个优点在临床工作中却没有进行系统的评估, 甚至与传统 SIMV 模式相比, 辅助应用 AutoFlow 的临床效能也未被正式论证说明。有研究认为 AutoFlow 是容量控制模式的一种附加功能, 它能使呼吸机根据设置的 V_T 和当前的肺顺应性自动控制吸气的流速, 以最小的气道压力来获得设置的 V_T ^[2,8]。在本研究中, 共使用 AutoFlow

辅助通气模式 1944 h, 患者未发生呼吸窘迫现象, 耐受性良好。但本研究样本量仅为 48 例, 其确切临床功效尚需在今后的临床工作中继续综合分析评价。

3.2 产生报警信号的原因: 目前观察到的高报警率患者采用的通气模式与镇静水平(Ramsay 2~3 分)相关, 镇静水平较低的患者更容易发生人机对抗。而维持镇静水平较低状态的低度镇静状态(Ramsay 2~3 分)却是被广泛推荐和认可的^[9-13]。通过对本组数据进行统计分析得出, AutoFlow 辅助通气具有较低的报警率, 而在单独使用辅助控制通气时报警率却较高。

3.3 报警减少的优点: 减少 ICU 报警次数可能有益, 因为报警是造成高噪声的原因之一^[14-15], 且报警噪声可影响患者睡眠^[13]。过多的假报警可以降低报警效率, 而其中只有 26.8% 的呼吸机报警需要处理, 只有 50% 的危急报警能被 ICU 人员正确识别^[16]。因此, 降低总的报警次数可以减少 ICU 的噪音, 并提高报警的效率^[5]。自动气流的激活与减少不必要的处理和静音键的使用, 可以帮助减少交叉感染^[17]。

3.4 本研究的局限性及改进: 缺少固定的报警限值和非盲法设计, 临床医师可以改变报警限值, 高的上限值可以减低报警率。因呼吸机的设置参数通过屏幕显示, 故本研究无法采用盲法。在研究中, 镇静目标水平为 Ramsay 2~3 分, 但医师可以通过增加镇静深度而减低报警率, 从而影响研究的真实可靠性。一些大规模的研究比较了压力控制通气和容量控制通气的差异, 未发现直接的益处^[18-19]。本课题主要从应用不同机械通气模式比较两组临床监测指标、报警次数差异, 从而评价其疗效和安全性。

4 结 论

本研究证实了 SIMV 模式辅助应用 AutoFlow 在机械通气中的安全性。SIMV 模式辅助 AutoFlow 可以减少呼吸机报警次数, 提高呼吸机报警识别的有效性, 使患者更加舒适和良好地睡眠, 同时降低了 ICU 工作人员的压力。但本临床研究由于其局限性及样本量有限, 还需要今后进一步深入系统地进行多中心试验研究。

参考文献

- [1] Rose L, Ed A. Advanced modes of mechanical ventilation: implications for practice. AACN Adv Crit Care, 2006, 17: 145-158.
- [2] Campbell RS, Davis BR. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation: does it matter?. Respir Care, 2002, 47: 416-424.
- [3] Guldager H, Nielsen SL, Carl P, et al. A comparison of volume control and pressure-regulated volume control ventilation in acute respiratory failure. Crit Care, 1997, 1: 75-77.
- [4] Freedman NS, Gazendam J, Levan L, et al. Abnormal sleep/wake cycles and the effect of environmental noise on sleep disruption in the intensive care unit. Am J Respir Crit Care Med, 2001, 163: 451-457.
- [5] Siebig S, Sieben W, Kollmann F, et al. Users' opinions on intensive care unit alarms—a survey of German intensive care units. Anaesth Intensive Care, 2009, 37: 112-116.
- [6] 俞森洋. 呼吸机参数的设置和调整. 中国呼吸与危重监护杂志, 2004, 3: 134-136.
- [7] Dennis D, Jacob W, van Heerden PV. Ventilation – how often are we correct?. Anaesth Intensive Care, 2012, 40: 638-642.
- [8] 葛颖, 万勇, 王大庆, 等. 压力和容量控制通气在 ARDS 肺保护通气策略中的比较. 中国危重病急救医学, 2004, 16: 424-427.
- [9] Brook AD, Ahrens TS, Schaiff R, et al. Effect of a nursing-implemented sedation protocol on the duration of mechanical ventilation. Crit Care Med, 1999, 27: 2609-2615.
- [10] Alayoud A, Benyahia M, Montassir D, et al. A model to predict optimal dialysate flow. Ther Apher Dial, 2012, 16: 152-158.
- [11] Jacobi J, Fraser GL, Coursin DB, et al. Clinical practice guidelines for the sustained use of sedatives and analgesics in the critically ill adult. Crit Care Med, 2002, 30: 119-141.
- [12] Kress JP, Pohlman AS, Hall JB. Sedation and analgesia in the intensive care unit. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 166: 1024-1028.
- [13] Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF, et al. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. N Engl J Med, 2000, 342: 1471-1477.
- [14] 连宁芳, 朱蕾. 机械通气的并发症. 中国呼吸与危重监护杂志, 2004, 3: 144-146.
- [15] Walder B, Francioli D, Meyer JJ, et al. Effects of guidelines implementation in a surgical intensive care unit to control nighttime light and noise levels. Crit Care Med, 2000, 28: 2242-2247.
- [16] Parthasarathy S, Tobin MJ. Sleep in the intensive care unit. Intensive Care Med, 2004, 30: 197-206.
- [17] Bures S, Fishbain JT, Uyehara CF, et al. Computer keyboards and faucet handles as reservoirs of nosocomial pathogens in the intensive care unit. Am J Infect Control, 2000, 28: 465-471.
- [18] Lasocki S, Labat F, Plantefeve G, et al. A long-term clinical evaluation of autoflow during assist-controlled ventilation: a randomized controlled trial. Anesth Analg, 2010, 111: 915-921.
- [19] 李智伯, 高心晶, 秦英智. 压力与容量控制通气模式对危重症患者心排量指数和胸腔内血容量指数影响的比较研究. 中国危重病急救医学, 2009, 21: 593-596.

(收稿日期: 2013-02-08)

(本文编辑: 李银平)

欢迎订阅《中华危重病急救医学》杂志 CN 12-1430/R

2013 年《中国危重病急救医学》更名为《中华危重病急救医学》

中文核心期刊 中国科技论文统计源期刊 中华医学会主办

全国各地邮局订阅, 邮发代号: 6-58 定价: 每期 14 元全年 168 元

2013 年以前的刊物可在本刊社邮购部购买, 电话: 022-23197150