

吸入沙丁胺醇对呼吸衰竭患者 容积标限压力控制通气时通气参数的影响

陈宇清 赵冰清 周新

【摘要】目的 探讨在容积标限压力控制(VTPC)通气时吸入支气管扩张剂沙丁胺醇后对机械通气参数的影响。**方法** 10例平均年龄为(68±5)岁的呼吸衰竭患者均接受气管插管与机械通气支持治疗;采用Newport e500型呼吸机,并实施定容型通气(VCV)30 min,潮气量(V_T)为8~10 ml/kg;测定气道阻力(R_{aw})和静态顺应性(Cst)以及通气参数的变化,包括气道峰压(PIP)、平台压(P_{plat})、充气时间($T_{inflation}$)、吸气峰流速(PIF)、呼气峰流速(PEF)和平均吸气流速($V_T/T_{inflation}$)。随后转为VTPC通气30 min,并同样记录上述参数。通过同轴吸入装置吸入沙丁胺醇600 μg后重复VCV和VTPC通气,并记录上述通气参数。**结果** 10例患者的Cst为(38.4±2.7)ml/cm H₂O, R_{aw} 为(20.1±2.0)cm H₂O·L⁻¹·s⁻¹。VTPC时PIP和 $V_T/T_{inflation}$ 较VCV时显著降低(P 均<0.05),PIF则显著增高,两种通气时的 P_{plat} 无显著性差异,分别为(22.1±0.9)cm H₂O和(23.0±1.2)cm H₂O(P >0.05)。吸入沙丁胺醇后患者的 R_{aw} 均显著降低,而Cst无明显变化,VCV时的PIP有所降低,但 P_{plat} 无变化;VTPC时的PIP和 P_{plat} 与吸入前比较无明显改变,但PIF和PEF出现显著增高, $T_{inflation}$ 则相应缩短(P 均<0.05)。**结论** 与VCV相比,VTPC可在较低气道压的情况下完成预期的通气目标,人机协调性更佳。VTPC时气道压的高低取决于Cst,而不受 R_{aw} 变化的影响。

【关键词】 机械通气; 支气管扩张剂; 呼吸力学; 呼吸衰竭

中图分类号:R605.973;R563.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0603(2004)07-0417-04

Influence of salbutamol inhalation during volume target pressure control ventilation on ventilation parameters in patients with respiratory failure CHEN Yu-qing, ZHAO Bing-qing, ZHOU Xin. Department of Respiratory, Shanghai First People's Hospital, Jiaotong University, Shanghai 200080, China

【Abstract】Objective To compare the effects of volume target pressure control ventilation (VTPC) and volume control ventilation (VCV) on respiratory mechanics in patients with respiratory failure, and to investigate the effects of ventilated parameters after salbutamol inhalation. **Methods** Ten patients with mean age (68±5) years were intubated and mechanically ventilated for acute respiratory failure of diverse causes. After 30 minutes with VCV [tidal volume (V_T) 8-10 ml/kg], measurements of respiratory mechanics were begun, and then the patients were ventilated with VTPC for 30 minutes. VCV and VTPC were repeated after salbutamol 600 μg inhalation. **Results** The static compliance (Cst) was (38.4±2.7) ml/cm H₂O (1 cm H₂O = 0.098 kPa) and airway resistance (R_{aw}) was (20.1±2.0) cm H₂O·L⁻¹·s⁻¹ in 10 patients. With the same tidal volume, peak inspiratory pressure (PIP) and mean inspiratory flow [V_T /inflation time ($T_{inflation}$)] during VTPC were lower, but peak inspiratory flow (PIF) was significantly higher than that during VCV (all P <0.05). The same plateau pressure (P_{plat}) was observed during VCV as during VTPC, they were (22.1±0.9) cm H₂O vs. (23.0±1.2) cm H₂O. After salbutamol inhalation, PIP and R_{aw} were significantly decreased in all patients (both P <0.05), but no changes were found in Cst and P_{plat} . PIF and peak expiratory flow (PEF) were increased much more during two modes than before inhalation (both P <0.05), but $T_{inflation}$ was decreased (P <0.05). **Conclusion** VTPC is a new mechanical ventilation mode in which closed-loop control theory is used. The airway pressure during VTPC is associated with Cst and not influenced by R_{aw} .

【Key words】 mechanical ventilation; bronchodilator; respiratory mechanics; respiratory failure

CLC number: R605.973;R563.8 **Document code:** A **Article ID:** 1003-0603(2004)07-0417-04

容积标限压力控制(volume target pressure control, VTPC)是美国Newport公司近年来新研发成功的一种机械通气技术。VTPC的技术原理是通过呼吸机内置的微电脑,自动对每一次机械通气

作者单位:200080 上海交通大学附属第一人民医院呼吸科(陈宇清,周新);急诊科(赵冰清)

作者简介:陈宇清(1969-),男(汉族),浙江省慈溪市人,讲师,副主任医师。

时的供气压力和容积进行双重控制(dual control),根据患者呼吸力学特性的变化,自动调整通气参数,完成预置潮气量(V_T)和分钟通气量的释放。VTPC是一种闭环控制机械通气技术,呼吸机对每一次通气都进行负反馈调控。为了评价其在临床应用过程中的实际效果,对接受机械通气治疗的呼吸衰竭患者在吸入支气管扩张剂沙丁胺醇前后的通气参数变化进行观察。报告如下。

1 对象与方法

1.1 病例选择:2002 年 12 月—2003 年 3 月本院呼吸监护中心(RICU)收治的呼吸衰竭患者 10 例,其中男 6 例,女 4 例;年龄 60~79 岁,平均(68±5)岁。基础疾病:慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)7 例,支气管哮喘 2 例,胸部外科手术后 1 例。所有患者均接受气管插管及机械通气支持,导管内径(ID)为 7.0~8.0 mm。

1.2 机械通气策略:应用 Newport e500 型呼吸机(Newport Medical Instruments, Inc, USA)行辅助通气。患者接受气管插管后静脉注射地西洋 20 mg,保持镇静状态。通气模式设为同步间歇指令通气(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV),首先采用定容型通气(VCV)模式,吸入 V_T 为 8~10 ml/kg,恒定吸气流速(peak inspiratory flow, PIF)30 L/min,吸气末暂停时间(pause time)0.5 s,通气频率(RR)12 次/min,呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)3 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa),并且其吸气触发灵敏度(trigger)3 L/min。持续通气 30 min 后,在患者生命体征和血流动力学稳定条件下,监测连续 5 次通气的气道峰压(PIP)、平台压(P_{plat})、充气时间($T_{inflation}$)、吸气和呼气峰流速(PIF/PEF),并计算系统静态顺应性(Cst)、气道阻力(Raw)以及平均吸气流速($V_T/T_{inflation}$),取其平均值作为统计数据。随后切换为 VT-PC 通气,最大吸气压(P_{limit})为 VCV 时的 PIP+5 cm H₂O,最大吸气时间(T_I)为 2.5 s,其余参数维持不变,持续通气 30 min 后亦重复采集上述数据。

1.3 药物与吸入装置:定量型沙丁胺醇气雾吸入剂(商品名为万托林,葛兰素史克公司生产),每喷为 200 μ g。塑制同轴吸入装置(东机贸香港有限公司提供)连接在呼吸机吸气管路与 Y 形管之间,在患者

吸气时同步喷入沙丁胺醇 600 μ g,20 min 后重复 VCV 和 VT-PC 通气,记录各次通气参数。

1.4 统计学分析:所有变量根据标准单位计算平均值,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,用 *t* 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。统计软件使用 SPSS 10.0 软件包(SPSS 10.0 for windows, Chicago, USA)。

2 结果

表 1 示:10 例呼吸衰竭患者 VCV 通气时 Cst 为(38.4±2.7)ml/cm H₂O, $V_T/T_{inflation}$ 为(30.6±2.4)L/min, Raw(20.1±2.0)cm H₂O·L⁻¹·s⁻¹。而改为 VT-PC 通气后,所有患者的 PIP 均明显降低[(31.7±1.9)cm H₂O 比(24.5±1.7)cm H₂O, $P<0.05$], $V_T/T_{inflation}$ 也显著下降[(30.6±2.4)L/min 比(15.6±1.8)L/min, $P<0.05$], PIF 则显著增高[(30.0±0)L/min 比(48.7±2.8)L/min, $P<0.05$], 两种通气形式时 P_{plat} 则无明显变化[(22.1±0.9)cm H₂O 与(23.0±1.2)cm H₂O, $P<0.05$]。

表 2、表 3 示:患者吸入沙丁胺醇 20 min 后继续 VCV, Raw 由(20.1±2.0)cm H₂O·L⁻¹·s⁻¹降至(9.1±1.8)cm H₂O·L⁻¹·s⁻¹($P<0.05$); PIP 亦降低; PEF 呈显著增高[(41.5±1.7)L/min 比(52.3±1.3)L/min, $P<0.05$]; P_{plat} 和 Cst 则无明显变化(P 均 >0.05)。吸入沙丁胺醇后改为 VT-PC 通气时, PIP 和 P_{plat} 均较吸入前无显著性差异;但 PIF 和 PEF 出现显著增高(P 均 <0.05)。

3 讨论

闭环控制理论源自于公元前 3 世纪的古希腊,但直到近代,随着其他相关学科的发展才得到突破性的进展。闭环控制理论应用于机械通气只有数十年的历史, Siemens Servo 900 系列呼吸机的推出使得临床医师开始了解闭环控制。Servo(伺服)一词的含义就是闭环控制,其最大优点在于系统输出信息

表 1 呼吸衰竭患者未吸入沙丁胺醇时 VCV 与 VT-PC 的通气参数比较($\bar{x}\pm s$)

Table 1 Comparison of ventilatory parameters between VCV and VT-PC before salbutamol inhalation on respiratory failure patient($\bar{x}\pm s$)

通气方式	病例(例)	PIP(cm H ₂ O)	P_{plat} (cm H ₂ O)	PIF(L/min)	PEF(L/min)	$V_T/T_{inflation}$ (L/min)
VCV	10	31.7±1.9	22.1±0.9	30.0±0	41.5±1.7	30.6±2.4
VT-PC	10	24.5±1.7*	23.0±1.2	48.7±2.8*	42.3±1.8	15.6±1.8*

注:与 VCV 比较;* $P<0.05$

表 2 呼吸衰竭患者吸入沙丁胺醇前后 VCV 通气参数的变化($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Change of ventilatory parameters before and after salbutamol inhalation in VCV on respiratory failure patient($\bar{x}\pm s$)

时间	病例(例)	Raw(cm H ₂ O·L ⁻¹ ·s ⁻¹)	Cst(ml/cm H ₂ O)	PIP(cm H ₂ O)	P_{plat} (cm H ₂ O)	PEF(L/min)
吸入前	10	20.1±2.0	38.4±2.7	31.7±1.9	22.1±0.9	41.5±1.7
吸入后	10	9.1±1.8*	39.6±1.9	27.6±1.1	22.8±1.2	50.3±1.3*

注:与吸入前比较;* $P<0.05$

表 3 呼吸衰竭患者吸入沙丁胺醇前后 VTFC 通气参数的变化($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Change of ventilatory parameters before and after salbutamol inhalation in VTFC
on respiratory failure patient($\bar{x} \pm s$)

时间	病例(例)	PIP(cm H ₂ O)	P _{plat} (cm H ₂ O)	PIF(L/min)	PEF(L/min)	T _{inflat} (s)
吸入前	10	24.5±1.7	23.0±1.2	48.7±2.8	42.3±1.8	1.9±0.2
吸入后	10	24.1±1.3	22.8±1.0	57.5±2.1*	52.3±1.6*	1.2±0.1*

注:与吸入前比较: * P<0.05

可得到非常精确的控制,可在零误差前提下迅速达到稳态,并能排除各种外源性干扰。采用闭环控制原理的机械通气技术可以是相当简单的,也可以是较为复杂的。最简单的闭环控制是根据一个输入信息对一个输出变量进行控制,如压力支持通气(pressure support ventilation, PSV);相对复杂的闭环控制则可根据多个输入信息对多个输出变量进行连续调控。双重控制是指在一次通气内或对每一次通气时的输出压力和容积进行同步控制。采用一次通气内双重控制原理的通气技术有容积保障压力支持(volume assured pressure support, VAPS)和压力扩增(pressure augmentation, PA),其通气目标是在保证最小吸入 V_T 和分钟通气量前提下减少患者吸气做功^[1]。采用对每一次通气进行双重控制原理通气技术则包括压力调节容积控制(pressure regulated volume control, PRVC)、自动变流(autoflow)和 VTFC,其技术原理是呼吸机随患者呼吸力学特性变化自动调整吸气压和吸气流速,以保证每一次通气的 V_T 趋于恒定,呼吸机对每一次通气均进行负反馈控制^[2-4]。应用 VTFC 时必须预设靶潮气量(V_T target)、P_{limi}和 T₁,启动后第一次通气的吸气压为 40%P_{limi}或基线压+5 cm H₂O,呼吸机内的微电脑根据近端传感器所测得的通气参数值,自动计算出 Cst 和下一次通气要达到 V_T target 所需要的吸气压,但不超过 P_{limi}值,直至在 T₁内完成 V_T target 的释放。VTFC 通气时呼吸机不断调整吸气压以保持达到 V_T target,相邻两次通气时的吸气压差不超过 6 cm H₂O^[2-4]。

本研究发现,VTFC 时 PIP 显著低于 VCV 时却与 VCV 时的 P_{plat}相近,表明在相同 V_T 的情况下,VTFC 可显著减少因高气道压所造成的肺损伤危险^[5]。VCV 时的吸气流速通常为一恒定值,即在整个吸气相内吸气流速保持不变,这与患者的实际吸气需求有时不尽相符,此时人机协调性变差,反而容易出现气促等症状;而 VTFC 时的吸气流速是可变的,能随着患者的吸气需求而实时调整,我们发现无论是在应用支气管扩张剂的前后,VTFC 时的 PIF 都显著高于 VCV 时的 PIF,更符合患者实际需求。

V_T/T_{inflat} 过高表明患者呼吸系统处于应激状态,呼吸肌较易出现疲劳或功能障碍,此时需依靠呼吸中枢放大发放冲动来促进呼吸肌收缩。与 VCV 相比,VTFC 时的 V_T/T_{inflat} 呈显著降低,这说明 VTFC 可明显改善呼吸衰竭患者的呼吸肌疲劳^[6]。

吸入支气管扩张剂(沙丁胺醇)后 20 min 重复 VCV 通气时发现,所有患者的 Raw 有显著降低,但 Cst 却无明显改变。VCV 与 VTFC 的 PEF 较吸入前均有显著增高,VTFC 的 PIF 也较吸入前有所增高,表明由于吸入沙丁胺醇后,气道平滑肌痉挛程度减轻,气道直径增大,在患者相同吸气努力的情况下,呼吸机可提供更高的吸气流速。此外我们还发现,在应用支气管扩张剂后,VTFC 通气时的 PIP 较先前未用药时无明显变化,仍与 VCV 时的 P_{plat}相近,表明 VTFC 时 PIP 不受患者 Raw 变化的影响,而是取决于 Cst。VTFC 将 VCV 的恒定 V_T 与 PSV 时的可变吸气流速有效地结合在一起,通过应用负反馈控制原理,使呼吸机能实时根据患者吸气需求而提供相应的流速,并在保持较低气道压的情况下完成预置 V_T 释放^[6]。由于 VTFC 时相邻两次通气的气道压差最大可达 6 cm H₂O,故能较快地达到预期通气目标。与 VCV 相比,VTFC 时的 V_T/T_{inflat} 显著降低,说明此时患者的吸气做功很小,人机协调性改善,有利于呼吸肌力的恢复,也有助于撤机。

综上,我们认为 VTFC 技术是一种较新的闭环控制机械通气技术,同时还可结合其他一些智能通气技术。目前对于此项技术的临床应用经验尚不多,还有待于今后进一步的临床实践。

参考文献:

- Amato M B P, Barbois C S V, Bonassa J, et al. Volume assisted pressure support ventilation (VAPSV): a new approach for reducing muscle workload during acute respiratory failure [J]. Chest, 1992, 102: 1225-1234.
- 陈清喜, 姜爱国, 王妙淑. 自动变流功能在机械通气中的临床应用研究 [J]. 中国危重病急救医学, 2002, 14: 352.
- Kesecioglu J, Telci L, Tutuncu A S, et al. Effects of volume controlled ventilation with PEEP, pressure regulated volume controlled ventilation and low frequency positive pressure ventilation with extracorporeal carbon dioxide removal on total static lung compliance and oxygenation in pigs with ARDS [J]. Adv Exp Med Biol, 1996, 388: 629-636.
- Piotrowski A, Sobala W, Kawczynski P. Patient - initiated,

- pressure-regulated, volume-controlled ventilation compared with intermittent mandatory ventilation in neonates; a prospective, randomised study [J]. Intensive Care Medicine, 1997, 23: 975-981.
- 5 Kocis K C, Dekeon M K, Rosen H K, *et al.* Pressure regulated volume control vs. volume control ventilation in infants after surgery for congenital heart disease [J]. Pediatr Cardiol. 2001,

22;233-237.

- 6 Grasso S, Puntillo F, Mascia L, *et al.* Compensation for increase in respiratory workload during mechanical ventilation [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2000, 161: 819-826.

(收稿日期: 2004-02-13 修回日期: 2004-04-23)

(本文编辑: 李银平)

• 经验交流 •

强化血液灌注救治百草枯中毒疗效分析

刘冰 韩玉平 高华

【关键词】 血液灌注; 血液透析; 百草枯; 中毒; 联合应用

中图分类号: R595.4 文献标识码: B 文章编号: 1003-0603(2004)07-0420-01

百草枯中毒可造成多器官损害, 常规治疗效果极差。传统血液灌注(HP)方法虽疗效优于常规治疗, 但救治成功率仍不尽人意。我院自 1999 年后采用强化 HP 方法进行救治, 报告如下。

1 临床资料

1.1 病例: 43 例患者中男性 17 例, 女性 26 例; 年龄 15~62 岁, 平均 35 岁。常规治疗组 15 例, 传统 HP 组 12 例, 强化 HP 组 16 例。3 组患者的性别、年龄、服毒量、症状、入院时间、治疗时间及病程比较均无显著性差异, 具有可比性。服毒量为 1~30 g, 均以消化道症状为首发, 其中 26 例患者出现多器官功能衰竭(MOF)。

1.2 治疗方法: ①常规治疗组: 碱性液体(如质量分数为 1% 的皂土溶液)洗胃后, 胃管内注入富勒土或活性炭溶液, 以加强毒物吸附^[1]; 适当碱化血液, 促使已吸收入血的毒物分解排泄, 并加强导泄清除毒物; 使用维生素 C、B、E 对抗氧自由基, 给予复方丹参注射液、东莨菪碱等治疗^[2]以保护脏器, 改善器官功能; 应用大剂量激素及环磷酰胺抑制肺纤维化, 并加强支持治疗。传统 HP 组在常规治疗基础上立即进行 HP 串联血液透析(HD), 每日 1 次, 每次治疗时间 2~3 h。强化 HP 组在常规治疗基础上立即应用 HP 串联 HD, 治疗 2~3 h 后回血(将体外循环的血液用盐水回输至患者体内), 然后更换已预充好的新的灌流器, 再进行 HP 2~3 h, 总治疗时间 4~6 h。灌流器为 Gambro 产品。

作者单位: 050051 河北省人民医院

作者简介: 刘冰(1964-), 男(汉族), 河北省沧州市人, 副主任医师。

1.3 统计学方法: 使用 SAS 软件统计处理数据, 采用 χ^2 检验。

1.4 结果(表 1): 强化 HP 组病死率明显小于传统 HP 组($\chi^2 = 8.426, P < 0.05$)。常规治疗组患者死亡时间 1~14 d; 传统 HP 组死亡时间 7~20 d; 强化 HP 组死亡时间 14~21 d。死因均为 MOF。

表 1 3 组患者疗效比较

组别	病例 (例)	死亡 (例)	病死率 (%)	死亡 时间(d)
常规治疗组	15	13	80.7	1~14
传统 HP 组	12	7	58.3*	7~20*
强化 HP 组	16	6	37.5*#	14~21*#
合计	43	26	60.5	

注: 与常规治疗组比较: * $P < 0.05$; 与传统 HP 组比较: # $P < 0.05$

2 讨论

百草枯又名克无踪, 属吡啶类除草剂。对人、畜的毒性很强, 易并发 MOF, 因为无特效解毒药, 常规治疗效果极差。百草枯经口摄入后在胃肠道吸收率为 5%~15%, 吸收后经血液迅速分布到全身, 30 min~4 h 达血浆浓度高峰。肺是百草枯作用的主要靶器官, 中毒机制目前尚不完全清楚, 一般认为百草枯是一种电子受体, 作用于细胞内的氧化还原反应, 生成大量活性自由基, 如超氧阴离子自由基及过氧化氢, 引起细胞脂质过氧化, 造成组织细胞的氧化性损害。由于肺泡细胞对百草枯具有主动摄取和蓄积特性, 故肺损伤最为突出, 表现为细胞肿胀、变性、坏死, 进而导致肺内出血、肺水肿、透明膜变性或纤维细胞增生^[2]。肺纤维化多在中毒后 5~9 d 内发生, 2~3 周

达高峰^[3], 此期为百草枯中毒患者死亡的高峰期。

对百草枯中毒后的治疗目前多采用常规治疗加传统 HP 方法, 文献报道 HP 有一定作用, 应尽早(24 h 内)进行, 每日 1 次, 此方法虽能在一定程度上降低患者的病死率, 但疗效不满意^[2]。实验研究, 给猪灌服百草枯 70 mg/kg 后 2 h 开始行 HP, 连续灌注 2 h, 能排除毒物的 5.1%, 最终实验动物仍死亡; 如果将灌注时间延长至 6 h, 则 3/4 的动物存活^[4]。有人认为强化 HP(即在服用 24 h 内开始灌注, 连续 10 h 或更长时间)效果更好, 因此传统的灌注方法有待提高^[1]。我院对 16 例百草枯中毒患者采用强化 HP 治疗, 病死率为 37.5%, 较常规治疗和传统 HP 治疗大大降低, 抢救成功率明显提高, 也证明了这一点。所以, 对于百草枯中毒应积极进行强化 HP 治疗, 以提高抢救成功率。

参考文献:

- 王永进, 王泽惠. 百草枯中毒治疗的研究进展 [J]. 中国急救医学, 2003, 23: 404.
- 陈纪平, 陈家铎, 唐小玲, 等. 复方丹参、东莨菪碱和地塞米松治疗百草枯中毒的临床和动物实验观察 [J]. 中国危重病急救医学, 1997, 9: 516-518.
- 杜捷夫(整理). 中毒与药物过量临床表现及救治 (Internet 网上病例讨论) [J]. 中国危重病急救医学, 2000, 12: 445-447.
- Yang T S, Chang Y L, Yen C K. Haemoperfusion treatment in pigs experimentally intoxicated by paraquat [J]. Hum Exp Toxicol, 1997, 16: 709-715.

(收稿日期: 2004-04-12)

(修回日期: 2004-05-13)

(本文编辑: 李银平)