

• 论著 •

急性心源性肺水肿机械通气患者呼气末正压设定的临床研究

张伟 黄玲 秦英智 张纳新 王书鹏

【摘要】 目的 探讨急性心源性肺水肿(ACPE)时不同呼气末正压(PEEP)水平对血流动力学与肺参数的影响。**方法** 39 例呼吸衰竭机械通气患者根据心排血指数(CI)分为两组。观察心功能正常组($n=18$, $CI \geq 2.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)与心功能低下组($n=21$, $CI < 2.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)在双水平气道正压通气(BIPAP)模式下不同 PEEP 水平对血流动力学[心排血量(CO)、CI、肺毛细血管血流(PCBF)、中心静脉压(CVP)、外周血管阻力(SVR)]、肺参数[内源性呼气末正压(PEEPi)、气道峰压(Ppeak)、平均气道压(Pmean)、每分通气量(MV)、肺泡通气量(Vtalv)]及经皮血氧饱和度(SpO_2)、血压(BP)、心率(HR)等的变化。**结果** 心功能正常组 PEEP 在 $0 \sim 13 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$)对血流动力学无明显影响,肺参数中 Ppeak、PEEPi 随着 PEEP 增高而相应增高,气道阻力(R)下降;心功能低下组随着 PEEP 变化 SVR、CO、CI 呈曲线性变化,以 PEEP $0 \sim 7 \text{ cm H}_2\text{O}$ 时 CO、CI 值较高而 SVR 较低, $10 \sim 13 \text{ cm H}_2\text{O}$ CO、CI 值较低而 SVR 较高,对肺参数影响以 PEEP $5 \sim 7 \text{ cm H}_2\text{O}$ 时 PEEPi 较小。**结论** ACPE 患者机械通气调节应结合血流动力学变化并兼顾肺机械参数变化,PEEP 使用具有明显个体化倾向,以 PEEP $5 \sim 7 \text{ cm H}_2\text{O}$ (一般 $< 10 \text{ cm H}_2\text{O}$)为宜。

【关键词】 肺水肿,心源性,急性; 呼气末正压; 内源性呼气末正压; 机械通气; 血流动力学; 心功能

Clinical study of the setting of positive end expiratory pressure in patients with acute cardiogenic pulmonary edema during mechanical ventilation ZHANG Wei, HUANG Ling, QIN Yin-zhi, ZHANG Na-xin, WANG Shu-peng. Intensive Care Unit, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

【Abstract】 Objective To compare the effects on hemodynamics and lung mechanics when different positive end expiratory pressure (PEEP) levels were used in acute cardiac pulmonary edema. **Methods** Thirty-nine patients with respiratory failure and treated with mechanical ventilation were divided into two groups according to cardiac index (CI). The changes of hemodynamics [including cardiac output (CO), CI, pulmonary capillary blood flow (PCBF), central venous pressure (CVP), surround vascular resistance (SVR)], lung mechanical variables [intrinsic positive end expiratory pressure (PEEPi), peak inspiratory pressure (Ppeak), mean of airway pressure (Pmean), minute volume (MV), alveolar tidal volume (Vtalv)], percutaneous saturation of oxygen (SpO_2) and blood pressure (BP) were determined with when selected different PEEP levels under the bi-level positive airway pressure (BIPAP) mode in normal cardiac function group ($n=18$, $CI \geq 2.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) and poor cardiac function group ($n=20$, $CI < 2.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$). **Results** In normal cardiac function group, PEEP has no effect on hemodynamics when varied from $0 \sim 13 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$), and Ppeak and PEEPi increased with the elevation of PEEP. Resistance of airway (R) fell when PEEP was increased. However, in poor cardiac function group SVR, CO, CI showed curvilinear changes with an increase in PEEP, and CO, CI were high when PEEP changed from 0 to $7 \text{ cm H}_2\text{O}$, but dropped markedly when PEEP was increased in $13 \text{ cm H}_2\text{O}$, while the changes of SVR was the reverse of CO and CI. The effects on lung mechanics varied relatively smaller range when PEEP was set between $5 \sim 7 \text{ cm H}_2\text{O}$, and the burden of breathing was slight. **Conclusion** The mode of artificial ventilation should be adjusted according to the changes in hemodynamics and lung mechanics. PEEP should be individualized, and $5 \sim 7 \text{ cm H}_2\text{O}$ (normally below $10 \text{ cm H}_2\text{O}$) is suitable.

【Key words】 acute cardiac pulmonary edema; positive end expiratory pressure; intrinsic positive end expiratory pressure; mechanical ventilation; hemodynamics; cardiac function

自主呼吸和机械通气引起胸膜腔或胸膜内压、肺容量的变化,并可单一或联合影响心血管功能,如心房充盈(前负荷)、心室排空受阻(后负荷)、心率及心肌收缩功能^[1]。急性心源性肺水肿(acute cardio-

genic pulmonary edema, ACPE)机械通气治疗的目的是改善氧合与心功能,调整呼气末正压(PEEP)至关重要。本研究重点讨论 PEEP 的调整对心肺功能的影响。

1 资料与方法

1.1 病例资料:选择我院综合重症监护室(ICU)2003 年 6 月—2004 年 8 月收治的因各种原因所致呼吸衰竭(呼衰)行机械通气治疗及血流动力学监测

基金项目:天津市自然科学基金资助项目(023612211)

作者单位:300170 天津市第三中心医院 ICU,天津市呼吸机治疗研究中心

作者简介:张伟(1971-),男(汉族),天津人,主治医师。

患者 39 例,其中男 22 例,女 17 例。根据心排血指数(CI)水平将 $CI \geq 2.0 L \cdot \min^{-1} \cdot m^{-2}$ 定义为心功能正常组,共 18 例,其中男 10 例,女 8 例;年龄 51~76 岁,平均 (64.6 ± 9.6) 岁;急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II) 平均 (18.4 ± 4.4) 分;引起呼衰的原因:慢性支气管炎 5 例,吸入性肺炎 4 例,急性化脓性胆囊炎术后伴急性呼吸窘迫综合征(ARDS)3 例,创伤性 ARDS 2 例,药物中毒 1 例,脑出血 2 例,胃癌手术后 1 例;将 $CI < 2.0 L \cdot \min^{-1} \cdot m^{-2}$ 定义为心功能低下组,共 21 例,其中男 12 例,女 9 例;年龄 53~82 岁,平均 (67.3 ± 11.5) 岁;APACHE II 评分平均 (17.4 ± 5.2) 分;引起呼衰的原因:慢性支气管炎、冠心病合并心力衰竭 6 例,吸入性肺炎合并冠心病 7 例,冠心病急性左心衰竭 6 例,急性心肌梗死伴泵衰竭 2 例。两组患者一般资料比较差异均无显著性(P 均 > 0.05),具有可比性。

1.2 研究方法:采用对照研究方法。所有患者开始采用双水平气道正压-压力支持(BIPAP-PS),潮气量(V_T)控制在 400~500 ml,高水平压力(Phigh) 20~25 cm H₂O (1 cm H₂O = 0.098 kPa),支持频率(f) 18~20 次/min,低水平压力(Plow,即 PEEP) 5 cm H₂O,吸入氧浓度(FiO_2)为 0.4,此时经皮血氧饱和度(SpO_2) ≥ 0.95 ,同时经颈内或锁骨下静脉连续测定中心静脉压(CVP)。对心功能低下组采用上述参数呼吸支持的同时需用循环支持(血管活性药物)。应用部分 CO₂ 重复呼吸法(无创心排量监测, NICO, Novametrex, USA)监测 Phigh 保持不变

时不同 PEEP 水平(0、5、7、10 和 13 cm H₂O)下血流动力学、气体交换、肺机械参数的变化,每种 PEEP 水平持续 0.5 h,在此过程中如果患者出现血压下降、 SpO_2 降低即停止继续调整 PEEP,以确定最佳 PEEP 水平。

1.3 统计学处理:所有数据以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS 11.0 中文版统计软件,各参数比较采用单因素方差分析及 q 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同 PEEP 水平对血流动力学的影响(表 1):心功能正常组 BIPAP 模式下所设 PEEP 在 0~13 cm H₂O 时对 CO、CI、SVR、心率(HR)、血压(BP)、 SpO_2 均无明显影响(P 均 > 0.05)。随着 PEEP 的增大,CVP 相应增高($P < 0.01$),PCBF 略降低($P > 0.05$),以 PEEP 0~7 cm H₂O 对 PCBF 的影响较小。心功能低下组 BIPAP 模式下不同 PEEP 时 SVR、CO、CI 值的变化呈曲线状,0~7 cm H₂O SVR 较低,CO、CI 值较高;10~13 cm H₂O 时 CO、CI 值降低,SVR 增高;CVP 随 PEEP 增大而增高。

2.2 不同 PEEP 对肺参数的影响(表 1,图 1~3):随 PEEP 增高,心功能正常组平均气道压(Pmean)、气道峰压(Ppeak)、PEEPi 相应增高, V_T 减小,R 下降明显($P < 0.05$),以 PEEP 5 cm H₂O 时 PEEPi 较小。心功能低下组不同 PEEP 对肺参数的影响与心功能正常组相似,PEEP 5~7 cm H₂O 时 PEEPi 较小。PEEP 对每分通气量(MV)和肺泡通气量(V_{talv})均无明显影响。

表 1 不同 PEEP 水平对两组患者血流动力学及肺机械参数的影响($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Effects of different PEEP levels on hemodynamics and lung mechanics in patients of two groups($\bar{x} \pm s$)

参数	组别	例数 (例)	PEEP(cm H ₂ O)					F 值	P 值
			0	5	7	10	13		
R(cm H ₂ O · s ⁻¹ · ml ⁻¹)	正常组	18	14.9 ± 2.7	12.8 ± 2.3	11.5 ± 1.7	11.7 ± 1.6	10.6 ± 3.4	9.821	0.000
	低下组	21	16.4 ± 6.3	15.2 ± 5.5	15.5 ± 5.7	14.1 ± 4.3	12.1 ± 4.7	2.846	0.028
PCBF(ml/min)	正常组	18	3.3 ± 1.2	3.4 ± 1.3	3.2 ± 1.3	2.9 ± 1.3	3.0 ± 1.4	0.822	0.512
	低下组	21	2.4 ± 0.7	2.7 ± 0.9	2.3 ± 0.8	1.9 ± 0.6	1.9 ± 0.6	3.378	0.012
PEEPi(cm H ₂ O)	正常组	18	3.9 ± 2.7	6.9 ± 2.3	7.4 ± 1.9	8.6 ± 3.4	11.5 ± 6.2	11.743	0.000
	低下组	21	7.3 ± 1.9	7.1 ± 1.6	9.2 ± 2.1	11.1 ± 2.4	11.5 ± 3.4	8.693	0.000
CVP(cm H ₂ O)	正常组	18	10.3 ± 3.4	12.1 ± 3.5	14.1 ± 3.7	16.2 ± 3.9	17.9 ± 4.5	26.033	0.000
	低下组	21	10.6 ± 3.1	12.4 ± 3.1	14.4 ± 3.0	16.8 ± 3.3	18.1 ± 4.1	17.703	0.000
CO(L/min)	正常组	18	4.5 ± 2.3	4.7 ± 2.2	4.4 ± 2.5	4.1 ± 2.3	4.2 ± 2.5	0.453	0.770
	低下组	21	2.8 ± 0.7	3.1 ± 0.9	2.6 ± 0.8	2.3 ± 0.6	2.3 ± 0.7	3.999	0.005
CI(L · min ⁻¹ · m ⁻²)	正常组	18	2.5 ± 1.1	2.6 ± 1.1	2.4 ± 1.2	2.2 ± 1.1	2.3 ± 1.1	0.808	0.521
	低下组	21	1.7 ± 0.5	1.9 ± 0.7	1.6 ± 0.6	1.4 ± 0.5	1.4 ± 0.5	2.427	0.053
SVR(kPa · s/L)	正常组	18	193.17 ± 82.37	176.91 ± 77.06	197.59 ± 86.05	225.35 ± 113.56	212.08 ± 101.53	1.422	0.229
	低下组	21	264.66 ± 66.95	224.80 ± 62.29	258.57 ± 56.17	299.81 ± 89.58	284.82 ± 62.92	4.002	0.005

注:R,气道阻力;PCBF,肺毛细血管血流;PEEPi,内源性呼气末正压;CO,心排量;SVR,外周血管阻力

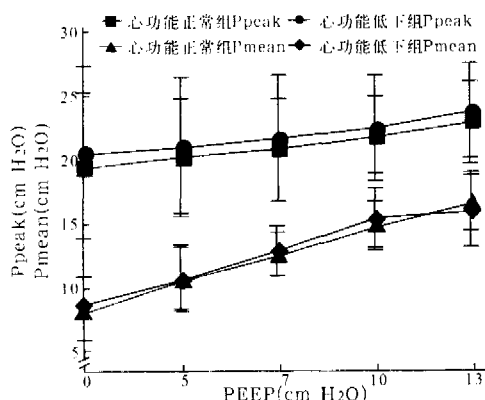


图 1 两组不同 PEEP 水平时 Ppeak 和 Pmean 的变化

Figure 1 Changes of Ppeak and Pmean with different PEEP level in two groups

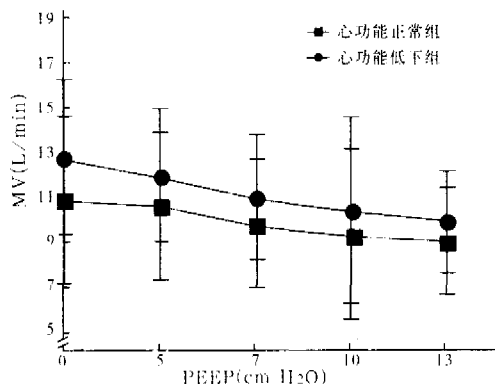


图 2 两组不同 PEEP 水平时 MV 的变化

Figure 2 Changes of MV with different PEEP level in two groups

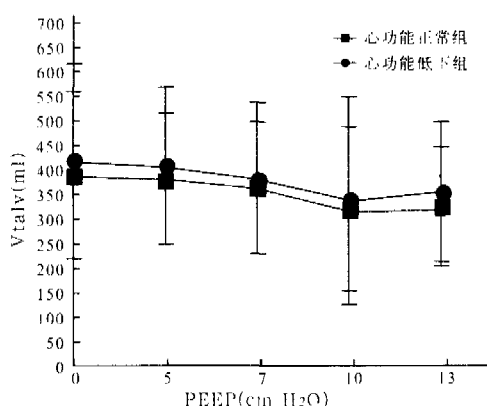


图 3 两组不同 PEEP 水平时 Vt 的变化

Figure 3 Changes of Vt with different PEEP level in two groups

3 讨论

目前, ACPE 或伴心功能不全机械通气患者明显增加。左室功能衰竭或肺水肿常伴胸内血容量的增加, 由于严重呼吸困难, 胸腔主动脉受胸膜腔负压变化的影响, 跨壁压 (transmural pressure, Ptm)

明显增大, 加之交感神经兴奋, 导致左室后负荷明显增加^[2]。机械通气开始由于 SVR 急性降低可明显减轻左室后负荷^[3], 是 ICU 常见的心肺相互作用, 也能揭示患者容量状况, 血流动力学监测有助于防止或加剧在通气开始时的心血管损害, 并有助于在严密监护下给予液体治疗及使用正性肌力药物并正确应用通气策略^[4]。本研究结果显示, 适当调整 PEEP 能减少 Ptm 的增加, 明显改善血流动力学, 并相应提高 CVP。然而, 由于心力衰竭程度不同, 所要求的 PEEP 亦不尽相同, 准确调整 PEEP 应在血流动力学指导下并兼顾肺机械参数变化 (V_T、R、肺顺应性 (C)), 最大限度地减少 PEEPi 的产生。

PEEP 过大或过小均会对血流动力学及肺参数带来不利影响, 对合并心功能低下患者尤为重要。寻找最佳 PEEP 应依据气体交换、机械参数、心血管变化之间的协同作用。不同个体 PEEP 的效应常不可预测, 它们受诸多尚未知晓的因素影响, 因此令人满意的一致性 PEEP (即最小机械应激和最佳氧输送) 并不存在。鉴于心功能低下程度伴发疾病的多样性及复杂性, 合并心功能低下 I 型呼衰进行机械通气患者最佳 PEEP 的设定呈现个体化趋向。本组研究结果表明, 伴心功能低下机械通气患者的 PEEP 设定一般在 5~7 cm H₂O (一般 <10 cm H₂O) 为宜, 且对危重患者应明显个体化。

总之, 机械通气参数的调整在正常心功能患者主要应依据肺脏病理生理学改变, 但对 ACPE 患者则应特别关注血流动力学变化兼顾肺参数的变化, 并结合药物干预, 正确解决氧合问题 (最佳通气/血流比例), 准确使用 PEEP, 仔细调整呼吸机参数以避免气体钳夹 (PEEPi), 选择适当容量, 采用压力及自主通气模式 (如成比例压力支持 (PPS) 和压力支持通气 (PSV)), 恰当解决左、右心室相互作用, 提高机械通气抢救成功率。

参考文献:

- 1 Shekerdian L, Bohn D. Cardiovascular effects of mechanical ventilation [J]. Arch Dis Child, 1999, 80: 475-480.
- 2 Pinsky M R. Clinical applications of cardiopulmonary interactions [J]. J Physiol Pharmacol, 1997, 48: 587-603.
- 3 Geceleska V, Javorka K. Cardiovascular and hemodynamic changes after artificial pulmonary ventilation [J]. Bratisl Lek Listy, 1996, 97: 260-266.
- 4 Kotanidou A, Armaganidis A, Zakynthinos S, et al. Changes in thoracopulmonary compliance and hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure in patients with or without heart failure [J]. J Crit Care, 1997, 12: 101-111.

(收稿日期: 2005-12-12 修回日期: 2006-05-24)

(本文编辑: 李银平)