· 论著 ·

呼气末正压通气对低血容量患者静脉回流压力阶差的影响

曹枫 陈荣琳 刘先福 何茹

【摘要】 **目的** 观察呼气末正压(PEEP)对低血容量并机械通气患者中心静脉压(CVP)、髂总静脉压(CIVP)及两者差值[D(c-i)VP]的影响。**方法** 将 2007 年 5 月—2009 年 5 月本院重症监护病房(ICU)收治的 30 例低血容量并机械通气患者随机分 3 组,分别实施 0、5 及 10 cm H_2O(1 cm H_2O=0.098 kPa)的 PEEP 通气(分别为 PEEP0、PEEP5、PEEP10);选择同期 10 例基本条件相似但血容量正常的机械通气患者作为对照组。测定患者 CVP、CIVP,并计算 D(c-i)VP;同时记录心率、平均动脉压及呼吸力学数据;对静脉压力变化与呼吸压力各指标进行相关性分析。**结果** ①试验组 CVP 随 PEEP 升高而明显增加,PEEP0、5、10 时 CVP 分别为(1.3±0.9)、(3.1±1.3)、(4.5±1.3) mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa,P 均<0.01);而对照组 CVP 变化小,分别为(6.9±1.3)、(7.2±1.2)、(8.0±1.5) mm Hg,PEEP10 时 CVP 显著高于 PEEP0 和 PEEP5 时(P<0.01和 P<0.05)。两组 CIVP 均随 PEEP 升高而升高,但升高幅度小于 CVP。试验组 D(c-i)VP 较对照组明显增加(P 均<0.01),但随 PEEP 升高有降低趋势,从 PEEP0 时的(4.9±1.7) mm Hg 降至 PEEP10 时的(2.8±1.4) mm Hg,而对照组变化不明显;3 个 PEEP 水平下,D(c-i)VP 值差异≤1.5 mm Hg。②试验组在 PEEP0、5、10 时 CVP 与 CIVP 均无相关性(r_1=0.236,r_2=0.299,r_3=0.262,P 均>0.05),而对照组均有相关性(r_1=0.485,r_2=0.679,r_3=0.748,P 均<0.05)。**结论** 低血容量并机械通气加用 PEEP 患者,在 PEEP 升高时 CVP 及 CIVP 值的升高较对照组明显,此对利用两值来评估血容量及指导容量复苏均会造成很大影响。

【关键词】 中心静脉压; 髂总静脉压; 低血容量; 呼气末正压; 机械通气

Effect of positive end-expiratory pressure on the pressure gradient of venous return in hypovolemic patients under mechanical ventilation

CAO Feng, CHEN Rong-lin, LIU Xian-fu, HE Ru. Intensive Care Unit, Longgang Central Hospital of Shenzhen (the Nineth People's Hospital of Shenzhen), Shenzhen 518116, Guangdong, China

【**Abstract**】 **Objective** To assess the effects of positive end-expiratory pressure (PEEP) on central venous pressure (CVP) and common iliac venous pressure (CIVP), and the difference between CVP and CIVP [D(c-i)VP] in hypovolemic patients under mechanical ventilation. **Methods** From May 2007 to May 2009, 30 acute hypovolemic adult patients undergoing mechanical ventilation in intensive care unit (ICU) were enrolled. The patients were randomly divided into three groups, and PEEP with 0, 5, 10 cm H_2O (1 cm H_2O= 0.098 kPa) levels were used respectively. Ten mechanically ventilated patients with similar basic clinical conditions but normal blood volume were selected randomly as the control group. CVP, CIVP and D(c-i)VP were measured and recorded at each PEEP level in both groups. The patients' heart rate, mean artery pressure and respiratory pressure data were also collected. The correlation analysis was used to analyze relationship between CVP and CIVP and between the changes in venous pressure and the changes in respiratory pressure. **Results** ①CVP increased significantly when PEEP level was elevated in the study group. When PEEP was 0, 5 and 10 cm H_2O, the CVP was (1.3 ± 0.9), (3.1 ± 1.3) and (4.5 ± 1.3) mm Hg, respectively (1 mm Hg = 0.133 kPa, all P < 0.01). Whereas, in the control group, the changes in CVP was small. At 0, 5 and 10 cm H_2O PEEP levels, CVP was (6.9±1.3), (7.2±1.2) and (8.0±1.5) mm Hg, respectively, but when CVP at PEEP0 and PEEP5 was compared with that of PEEP10, the difference was significant (P<0.01 and P<0.05). There was slight increase of CIVP in both groups when PEEP was elevated. D(c-i)VP was increased significantly in the study group compared with control group (all P<0.01). But the value was gradually decreased when with elevation of PEEP. When PEEP level was elevated from 0 to 10 cm H_2O, D(c-i)VP value was lowered from (4.9 ± 1.7) mm Hg to (2.8 ± 1.4) mm Hg. No significant difference in D(c-i)VP was found in the control group. The D(c-i)VP values in the control group were equal or lower than 1.5 mm Hg at three PEEP levels. ②No relationship was found between CVP and CIVP at each PEEP level in the study group (r_1 = 0.236, r_2 = 0.299, r_3 = 0.262, all P>0.05), but there was a statistically significant correlation between CVP and CIVP in the control group (r_1=0.485, r_2=0.679, r_3=0.748, all P<0.05). **Conclusion** The findings suggest that it may not be appropriate to use CVP or CIVP to evaluate the patients' blood volume and effect of volume resuscitation in the hypovolemic patients undergoing mechanical ventilation in combination with PEEP.

【**Key words**】 central venous pressure; common iliac venous pressure; hypovolemia; positive end-expiratory pressure; mechanical ventilation

万方数据

及时有效的液体复苏是处理低血容量休克的一个关键环节，而中心静脉压(CVP)常作为判断有效血容量及评估液体复苏效果的重要指标。在心功能未受损害时，患者有效血容量恢复的重要因素是静脉回流，静脉回流量取决于胸外静脉压和右心房充盈压的压力阶差[1]。机械通气时由于胸内呈正压状态，对可反映右心房充盈压的 CVP 造成影响，并因此干扰静脉压力阶差。但对血容量正常患者，机械通气甚至在一定范围内加用呼气末正压(PEEP)时，对 CVP 及静脉压力阶差影响并不十分明显[2-7]。但上述因素对低血容量患者影响如何尚无明确报道。本研究中通过测定低血容量需机械通气并加用 PEEP 患者的 CVP、髂总静脉压(CIVP)及其差值〔D(c-i)VP〕，探索在上述影响因素下低血容量患者 3 项指标的变化，报告如下。

1　资料与方法

1.1　病例选择：将 2007 年 5 月—2009 年 5 月本院重症监护病房(ICU)收治因各种原因导致低血容量并需机械通气的患者作为观察对象。入选标准：有急性低血容量病史及临床表现(收缩压≤90 mm Hg，CVP≤4 mm Hg，1 mm Hg＝0.133 kPa)；年龄≥18 岁；无急、慢性心肺功能疾病；无腹胀；无凝血功能异常及大静脉栓塞或损伤。入选的 30 例患者中男 25 例，女 5 例；年龄 18～61 岁，平均 43.5 岁。创伤、大手术后失血 21 例，消化道大出血 3 例，产后大出血 3 例，脱水、利尿导致有效容量减少 3 例。

1.2　试验实施：给予患者适当镇静，抑制自主呼吸；呼吸机模式采用容量控制通气(VCV)。基本参数设置：通气频率(f)16～18 次/min，潮气量(V_T)6～8 ml/kg，吸入氧浓度 0.40～0.60，进气流速波形为方波，PEEP 为 0。30 例患者在床旁 X 线胸片定位下经右锁骨下静脉、股静脉穿刺放置中心静脉测压管(深圳益心达公司生产)，两导管经换能器接深圳迈瑞公司产 T8 插件式多功能监护仪动态测定 CVP 和 CIVP，先测定 CVP 值确定患者符合观察条件，并选择任一上肢外周静脉穿刺置管作为输液通道。将患者按随机原则分为 3 组，分别在基础呼吸模式上加用 0、5、10 cm H_2O(1 cm H_2O＝0.098 kPa)的 PEEP(分别为 PEEP0、PEEP5、PEEP10)，待呼吸频率(RR)、吸气峰压(PIP)、平均气道压(Pmean)、呼出潮气量(V_Te)稳定后收集 CVP、CIVP、胸膜腔压(Ppl)、平均动脉压(MAP)、心率(HR)及上述呼吸动力学等数据，每个指标重复测定 3 次，间隔不超过 5 min，无论患者 CVP 值是否显示高压、低压及平均压，均收集平均压。为保证患者生命安全，整个试验时间控制在 15～20 min 内，并用输液泵以 500 ml/h 的速度持续给患者输注乳酸林格液。试验观察完毕后改回基本通气模式，根据患者情况进行液体复苏，并按病情及动脉血气结果调整 PEEP 值和其他呼吸机参数。

试验终止条件：病情恶化或须实施手术处理无法继续试验者；循环不稳定时(难以维持 MAP＞50 mm Hg，出现心律失常、心功能不全等)。

1.3　对照试验：选择同期 10 例血容量正常的机械通气患者，按上述方式随机重复 0、5、10 cm H_2O 的 PEEP，并按要求收集有关数据进行比较。

1.4　统计学处理：应用 SPSS 11.0 统计软件，计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示，采用配对 t 检验；将静脉压力各值与呼吸力学压力各值变化进行相关分析，$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　两组一般情况：试验组试验前 CVP 为(1.3±1.1) mm Hg，MAP 为(57.0±8.2) mm Hg。对照组患者试验前 CVP 为(6.7±2.2) mm Hg，MAP 为(80.5±11.7) mm Hg。试验组有 2 例患者因再次出血需手术处理，1 例因血压进行性下降终止试验观察。试验组试验前不同水平 PEEP 间 CVP、CIVP、MAP、HR 比较差异均无统计学意义。

2.2　两组各观察指标比较(表 1)：试验组随 PEEP 增加 CVP 明显增高(P 均＜0.01)；对照组增高不明显，仅 PEEP10 时 CVP 显著高于 PEEP0 和 PEEP5($P<0.01$ 和 $P<0.05$)，但试验组 CVP 均显著低于对照组(P 均＜0.01)。两组 CIVP 随 PEEP 升高而升高，但试验组较对照组低($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。试验组 D(c-i)VP 随 PEEP 升高而显著下降(P 均＜0.01)，且不同PEPE 时 D(c-i)VP 均较对照组显著增高，尤以 PEEP0 为显著。两组 PIP、Ppl、Pmean 随 PEEP 升高而显著升高(P 均＜0.01)，但两组间无显著差异。两组 V_Te、HR、MAP 随 PEEP 升高无明显变化。

2.3　相关性分析(表 2)：试验组在 PEEP0、5、10 时 CVP 与 CIVP 均无相关性($r_1=0.236$，$r_2=0.299$，$r_3=0.262$，P 均＞0.05)，而对照组两者均有相关性($r_1=0.485$，$r_2=0.679$，$r_3=0.748$，P均＜0.05)；试

DOI：10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.10.004

基金项目：广东省深圳市科技计划项目(200703082)

作者单位：518116 广东，深圳市龙岗中心医院 ICU(深圳市第九人民医院)

万方数据

表 1 两组患者不同 PEEP 值时 CVP、CIVP 及呼吸、循环指标变化比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	CVP (mm Hg)	CIVP (mm Hg)	D(c-i)VP (mm Hg)	PIP (cm H_2O)	Ppl (cm H_2O)	Pmean (cm H_2O)	V_{Te} (ml)	HR (次/min)	MAP (mm Hg)
对照组 PEEP0	10	6.9±1.3	8.3±1.2	1.5±1.4	17.2±2.7	12.3±3.2	6.2±1.1	499.3±45.1	98.8±15.2	80.2± 7.8
PEEP5	10	7.2±1.2	8.4±1.5	1.4±1.1	20.4±5.5^{b}	15.6±2.9^{b}	8.1±1.7^{b}	520.2±31.2	107.2±18.4	76.9±11.7
PEEP10	10	8.0±1.5^{bc}	8.8±1.4^{b}	1.4±0.6	25.6±5.3^{bd}	19.6±4.1^{bd}	12.8±1.3^{bd}	511.8±32.3	95.5±17.7	81.3±13.3
试验组 PEEP0	9	1.3±0.9^{f}	6.2±1.8^{e}	4.9±1.7^{f}	16.9±5.0	14.4±3.8^{e}	5.7±2.5	521.5±33.7	128.6±16.6^{f}	57.2± 6.1^{f}
PEEP5	9	3.1±1.3^{bf}	6.5±1.5^{ae}	3.4±1.6^{bf}	19.8±4.1^{b}	15.1±2.8^{b}	8.8±1.4^{b}	517.2±34.9^{f}	127.0±14.1^{f}	58.5±12.4^{f}
PEEP10	9	4.5±1.3^{bdf}	7.3±1.3^{be}	2.8±1.4^{bdf}	26.7±3.9^{bd}	20.9±2.6^{bd}	13.7±1.5^{bd}	525.4±27.7	131.1±13.5^{f}	58.3± 8.8^{f}

注：与本组 PEEP0 比较，$^{a}P<0.05$，$^{b}P<0.01$；与本组 PEEP5 比较，$^{c}P<0.05$，$^{d}P<0.01$；与对照组同期比较，$^{e}P<0.05$，$^{f}P<0.01$

表 2 CVP 及 D(c-i)VP 与呼吸压力指标相关性分析

组别	指标	PIP		Ppl		Pmean		PEEP	
		r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
对照组	CVP	0.211	0.55	0.312	0.08	0.436	<0.05	0.347	<0.01
	D(c-i)VP	-0.210	0.06	-0.226	0.06	-0.263	<0.05	-0.310	<0.01
试验组	CVP	0.451	<0.01	0.543	<0.01	0.632	<0.01	0.752	<0.01
	D(c-i)VP	-0.373	<0.01	-0.336	<0.01	-0.342	<0.01	-0.472	<0.01

验组 CVP 与各呼吸压力指标均呈显著正相关，而对照组仅与 Pmean 及 PEEP 呈显著正相关($P<0.05$ 或 $P<0.01$)；试验组 D(c-i)VP 与各呼吸压力指标均呈显著负相关，而对照组仅与 Pmean 及 PEEP 呈显著负相关($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。

3 讨 论

CVP 作为指导患者输液的指标已广为接受，而机械通气是抢救危重患者的重要手段，患者在接受机械通气时可致胸腔内压发生改变，对心脏及胸腔内大血管顺应性产生影响，右心房充盈压也发生改变，此时利用 CVP 来评估患者血容量就不一定适当[1-3]。Marik 等[8]通过对 24 篇文献进行分析发现，用 CVP 反映血容量的正确率仅为 56%。但因 CVP 较易测定，且在临床广泛应用，目前仍是临床监测的重要指标之一。本研究的目的就是了解在低血容量及机械通气加 PEEP 双重作用下 CVP 的变化状况，为临床监测分析 CVP 时提供帮助。由于有效血容量和静脉压力阶差对静脉回流有重要影响，因而测定静脉压力阶差结合 CVP 值能否有助于临床上对患者低血容量的评估也是本次试验的一个观察重点。下腔静脉是机体最主要的静脉，大量有效血容量储存于此，而其受胸内压变化及动脉血压波动的影响较少；且髂总静脉与下腔静脉直接连接，按本试验方式放置的导管尖端非常接近下腔静脉，因而将测定的 CIVP 代表胸外静脉压。

本试验结果显示：①低血容量患者的 CVP 随 PEEP 水平上升而明显升高，而 CIVP 也有所上升，但上升幅度没有 CVP 显著；对照组两值仅稍升高，与以往研究所报道的结果[5-7]相似。②与对照组比较，试验组 D(c-i)VP 在 PEEP≤10 cm H_2O 时明显高于对照组，且随 PEEP 水平升高有逐渐减小的趋势。③试验组 D(c-i)VP 与各呼吸压力指标变化均呈显著负相关。分析上述结果，考虑低血容量患者的 CVP、CIVP 及 D(c-i)VP 改变与患者对 PEEP 及低血容量作用的代偿性血管收缩、血管阻力上升有关[3,9-10]，代偿结果促使静脉顺应性减小，提高静脉压力阶差将有利于静脉血回流。Cakar 等[11]通过动物实验观察到，在低 CVP 时，当 PEEP 从 0 升高至 8 cm H_2O 时，血管阻力从 181.6 kPa·s·L^{-1}升高至 204.6 kPa·s·L^{-1}。Fujita 等[9]通过观察放血和输液方式复制低血容量及高血容量动物模型时的数据，发现机体血管阻力在低血容量时明显增加，高血容量时减少。俞建峰等[12]的研究发现，当 PEEP 升高时，血管阻力指数也升高。本组资料显示试验组 D(c-i)VP增大，考虑由于血容量低、心房充盈不足、CVP 实际值低、因体循环阻力加大和血管顺应性降低使 CIVP 降低不大，结果使两者差值增大。同时随 PEEP 升高，使胸腔内压逐渐升高，导致 CVP 上升，使此差值有逐步缩小的趋势。由于上述改变，对低血容量并接受机械通气患者应用 CVP 来评估血容量并指导液体复苏会有很大影响，同时对测定 CIVP 来评估 CVP 的方式也会受到限制[5,7,13]。而低血容量患者 CVP 与胸外静脉差值变化，由于受血容量及血管阻力代偿性升高变化影响，反过来有可能反映

万方数据

患者血容量的变化。但由于本次观察病例数较少，同时未就此进行相关的观察设计，此设想还需进一步深入研究。

综上，通过本试验观察我们认为，在低血容量并机械通气患者，CVP 随 PEEP 水平升高对血容量的评估可靠性逐步减小，在临床上应用 CVP 评估低血容量患者时应充分考虑这些影响因素，而两者差值也较对照组明显加大，对通过 CIVP 来代替 CVP 的方式也造成较大影响；差值加大是否反映患者血容量不足的代偿结果尚待研究。

参考文献

[1] Bendjelid K. Right atrial pressure: determinant or result of change in venous return? Chest, 2005, 128(5): 3639-3640.

[2] van den Berg PC, Jansen JR, Pinsky MR. Effect of positive pressure on venous return in volume-loaded cardiac surgical patients. J Appl Physiol, 2002, 92(3): 1223-1231.

[3] Jellinek H, Krenn H, Oczenski W, et al. Influence of positive airway pressure on the pressure gradient for venous return in humans. J Appl Physiol, 2000, 88(3): 926-932.

[4] Vivier E, Metton O, Piriou V, et al. Effects of increased intra-abdominal pressure on central circulation. Br J Anaesth, 2006, 96(6): 701-707.

[5] Alzeer A, Arora S, Ansari Z, et al. Central venous pressure from common iliac vein reflects right atrial pressure. Can J Anaesth, 1998, 45(8): 798-801.

[6] 王波，康焰，金小东，等. 体位及呼气末正压对危重病患者中心静脉压的影响. 中国危重病急救医学，2007，19(2)：104-106.

[7] 曹枫，刘先福，陈荣琳，等. 呼气末正压对机械通气患者中心静脉压及髂总静脉压的影响. 中国危重病急救医学，2008，20(6)：341-344.

[8] Marik EP, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. Chest, 2008, 134(1): 172-178.

[9] Fujita Y, Yamamoto T, Sano I, et al. A comparison of changes in cardiac preload variables during graded hypovolemia and hypervolemia in mechanically ventilated dogs. Anesth Analg, 2004, 99(6): 1780-1786.

[10] 赵静艳，周明，江伟. PEEP 对机械通气患者血流动力学的影响. 临床医学工程，2008(3)：21-22.

[11] Cakar N, der Kloot VT, Youngblood M, et al. Oxygenation response to a recruitment maneuver during supine and prone position in an oleic acid-induced lung injury model. Am J Respir Crit Care Med, 2000, 161(6): 1949-1956.

[12] 俞建峰，顾勤，刘宁. 不同呼吸末正压对机械通气患者心脏前负荷影响及前负荷预测性指标研究. 中国血液流变学杂志，2008，18(2)：237-239.

[13] 程小曲，郭亦萍，罗福华，等. 昏迷患者髂总静脉压正常值的研究. 中国危重病急救医学，2006，18(8)：507.

(收稿日期：2009-09-04)

(本文编辑：李银平)

· 科研新闻速递 ·

晚期糖基化终末产物受体和高迁移率族蛋白 B1 抗体共同作用改善脓毒症膈肌功能障碍

日本学者最近对脓毒症时体内高迁移率族蛋白 B1(HMGB1)和膈肌收缩力之间的联系进行了研究，发现活性氧在脓毒症动物体内可导致膈肌功能障碍，但 HMGB1 抗体和晚期糖基化终末产物受体(RAGE)对脓毒性腹膜炎引起的膈肌功能障碍、脂质过氧化反应和细胞内信号转导具有抑制作用。研究人员将 Wistar 大鼠进行盲肠穿刺结扎制备脓毒症模型。实验一，术后每隔 4 h 采集假手术组和盲肠穿刺结扎组大鼠的血浆和膈肌组织匀浆。实验二，盲肠穿刺结扎后给予 HMGB1 抗体 4 h、给予 RAGE 抗体 8 h。结果发现，术后血浆和膈肌中出现的 HMGB1 导致膈肌收缩力减退，但给予 HMGB1 抗体和 RAGE 抗体能明显抑制这种作用，并与给药剂量呈正相关，表明脓毒症时 RAGE 抗体可减少膈肌 HMGB1 的表达。研究人员认为，盲肠穿刺结扎使膈肌产生 HMGB1，后期升高血浆 HMGB1 水平，HMGB1 与细胞表面受体(如 RAGE)结合发挥作用，使膈肌的收缩能力减退，证明 HMGB1 和 RAGE 的相互作用能影响脓毒症时膈肌功能障碍。

杨明星，编译自《Crit Care Med》，2009-07-20(电子版)；胡森，审校

3%高张盐水溶液复苏减轻失血性休克引起的器官损伤和炎症反应

以往的研究表明，3%高张盐水溶液(HS)治疗脑外伤有一定的效果，但 HS 治疗失血性休克是否也能起到免疫调节作用的研究尚少报道。最近巴西的学者对此进行了研究。他们将 Wistar 大鼠放血至平均动脉压维持在 35 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)，并随机分为乳酸林格液组(LR，33 ml/kg，n=7)、3%HS 组(10 ml/kg，n=7)和 7.5%HS 组(4 ml/kg，n=7)，并设立未放血组(对照组，n=5)。液体复苏后将放出血液的一半再回输至大鼠体内。复苏 4 h 后，抽血进行酶联免疫分析以测定肿瘤坏死因子-α(TNF-α)和白细胞介素-6(IL-6)，留取肺和肠组织标本进行组织病理学观察。结果发现，复苏 1 h HS 组平均动脉压高于 LR 组，渗透压也明显升高。HS 组和对照组 TNF-α 和 IL-6 水平无显著差异，均明显低于 LR 组(P 均<0.05)。LR 组肺和肠组织损伤情况明显较 3%HS 组和 7.5%HS 组严重〔肺损伤评分分别为(5.7±0.7)分、(2.1±0.4)分和(2.7±0.5)分；肠损伤评分分别为(5.9±0.6)分、(2.0±0.6)分和(2.3±0.4)分〕。研究人员认为，失血性休克后以少量 3%HS 进行联合复苏可减轻器官损伤并调节机体炎症反应，具有与常规浓度 HS 相同的免疫和代谢调节作用。

杨明星，编译自《Am J Surg》，2009-06-10(电子版)；胡森，审校

万方数据