

· 论著 ·

不同呼气末正压设定对机械通气患者血流动力学及心功能的影响

李敏 秦英智 马丽君

【摘要】 目的 探讨不同呼气末正压(PEEP)水平对机械通气患者血流动力学及心功能的影响。方法 将 39 例呼吸衰竭进行机械通气的危重患者根据心排量指数(CI)分为两组。应用部分 CO₂ 重复呼吸法(NICO)连续监测血流动力学,观察心功能正常组(CI \geq 2.0 L \cdot min⁻¹ \cdot m⁻², n=18)与心功能低下组(CI $<$ 2.0 L \cdot min⁻¹ \cdot m⁻², n=21)在双水平气道正压通气(BIPAP)模式下 0、5、7、10 和 13 cm H₂O(1 cm H₂O=0.133 kPa)PEEP 水平对血流动力学[心排量(CO)、CI、肺毛细血管血流(PCBF)、中心静脉压(CVP)、外周血管阻力(SVR)]、肺机械参数[内源性呼气末正压(PEEPi)、气道峰压(PIP)、平均气道压(Pmean)]及脉搏血氧饱和度(SpO₂)、血压(BP)、心率(HR)等的变化。结果 心功能正常组随 PEEP 增加,CVP 明显升高,CO、CI、SVR 和 PCBF 无明显变化;心功能低下组随 PEEP 增加,CVP 明显升高,CO、CI 呈曲线变化,且明显下降,SVR 下降后显著升高,PCBF 明显减少;两组患者随 PEEP 增加,Pmean、PIP、PEEPi 均相应增加,气道阻力明显下降。结论 机械通气在相对容量恒定时,在 0~13 cm H₂O 的 PEEP 对正常心脏无明显影响,对衰竭心脏可明显减少右心前负荷、PCBF 和左心室前负荷,设定适当 PEEP 可改善心功能。气道压力的变化与 CO、CI 的变化并非一致。

【关键词】 呼气末正压; 血流动力学; 心功能; 机械通气

Study of the effects on the heart function when different positive end expiratory pressure levels were used on patients treated with mechanical ventilation LI Min, QIN Ying-zhi, MA Li-jun. Intensive Care Unit, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

【Abstract】 Objective To study the effects on the hemodynamics and the heart function when different positive end - expiratory pressure (PEEP) levels were used on patients treated with mechanical ventilation. **Methods** Thirty - nine critical patients with respiratory failure and treated with mechanical ventilation, and hemodynamics was monitored, were divided into two groups according to the cardiac index (CI). Hemodynamics was measured with non - invasive cardiac output (NICO) continuously. The changes in hemodynamic parameters [including cardiac output (CO), CI, pulmonary capillary blood flow (PCBF), central venous pressure (CVP), systemic vascular resistance (SVR)], lung mechanical parameters [intrinsic positive end expiratory pressure (PEEPi), peak inspiratory pressure (PIP), mean of airway pressure (Pmean)], pulse saturation of oxygen (SpO₂), blood pressure (BP) and heart rate (HR)] were determined with different selected PEEP levels of 0, 5, 7, 10 and 13 cm H₂O (1 cm H₂O=0.133 kPa) under the bi - phasic positive airway pressure (BIPAP) mode in normal cardiac function group (CI \geq 2.0 L \cdot min⁻¹ \cdot m⁻², n=18) and poor cardiac function group (CI $<$ 2.0 L \cdot min⁻¹ \cdot m⁻², n=18). **Results** In the normal cardiac function group, the increase in PEEP led to an increase of CVP, but it had no significant effects on CO, CI, PCBF and SVR; in the poor cardiac function group, the increase of PEEP led to an increase of CVP and SVR, a decrease of PCBF, CO, CI, and the latter two variables showed a curvilinear change. In both groups, PIP, Pmean, PEEPi increased and the resistance of airway (R) fell with the increase of PEEP. **Conclusion** Under the condition of mechanical ventilation, when the lung volume was relatively constant, change in PEEP levels (0 - 13 cm H₂O) had no obvious effects on the normal cardiac function group, but can significantly decrease right ventricular preload, PCBF and left ventricular preload. Optimal PEEP may improve the cardiac function. The change in the airway pressure is not consistent with the changes in cardiac function.

【Key words】 positive end expiratory pressure; hemodynamics; ventricular function; mechanical ventilation

不同个体使用相似机械通气方法可以发生明显不同的血流动力学效应,对机械通气的反应最终依

赖于人体基础心血管状况。在青年或健康个体,最大运动量主要受肌力和耐力及其协调一致的限制,而不是分钟通气量和心排量(CO)。同样,在心血管和肺功能受损的患者,自主呼吸努力时,出现呼吸功能不全之前能引起心血管应激反应,机械通气能使这种反应更加复杂。很多研究证实,血流动力学对机

基金项目:天津市卫生局科研基金资助项目(20010171)

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:李敏(1980-),女(汉族),河南省人,天津医科大学硕士研究生。

械通气的反应主要取决于胸内压(ITP)和肺容量的变化^[1]。本研究重点探讨多种原因所致呼吸衰竭(呼衰)患者进行机械通气时使用不同呼气末正压(PEEP)水平对心功能的影响。

1 资料与方法

1.1 病例资料:选择我院综合重症加强治疗病房(ICU)2003年6月—2004年8月收治的因各种原因所致呼衰行机械通气及血流动力学监测的患者39例。根据心排血指数(CI)分为两组:①心功能正常组(CI≥2.0 L·min⁻¹·m⁻²)共18例,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系统Ⅱ(APACHEⅡ)评分(18.4±4.4)分;病因:慢性支气管炎5例,吸入性肺炎4例,急性化脓性胆管炎术后伴急性呼吸窘迫综合征(ARDS)3例,创伤性ARDS2例,药物中毒1例,脑出血2例,胃癌手术后1例。②心功能低下组(CI<2.0 L·min⁻¹·m⁻²)共21例,男12例,女9例;年龄53~82岁,平均(67.3±11.5)岁;APACHEⅡ评分(17.4±5.2)分;病因: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,首先对所有入选患者采用双水平气道正压通气/压力支持通气(BIPAP/PSV),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(P_{low},相当于PEEP)5 cm H₂O,吸入氧浓度(FiO₂)0.4,脉搏血氧饱和度(SpO₂)≥0.95;与此同时,经颈内或锁骨下静脉连续测定中心静脉压(CVP)。心功能低下组应用上述参数的同时需用血管活性药物进行循环支持。应用部分CO₂重复呼吸法(NICO)在V_T保持不变时监测不同PEEP水平(0、5、7、10和13 cm H₂O)的血流动力学、气体交换、肺机械参数的变化,每种PEEP水平持续0.5 h,在此过程中如出现血压下降、SpO₂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:使用SPSS11.0统计软件,数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,各参数比较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水平对右心功能的影响(表1):在心功能正常组,随着PEEP的增高,导致CVP明显升高(P=0.000);在维持V_T相对稳定的情况下,肺毛细血管血流(PCBF)无明显减少(P=0.512)。在心功能低下组,随着PEEP的增高,CVP明显升高(P=0.000),PCBF明显减少(P=0.012)。

2.2 不同PEEP水平对左心功能的影响(表1):在心功能正常组,随PEEP增高,CVP增加;而CO、CI和外周血管阻力(SVR)无明显变化(P均>0.05)。在心功能低下组,随PEEP增高,CVP也升高;CO、CI呈曲线变化,且明显下降(P=0.005和P=0.053);而SVR先下降、后显著升高(P=0.005)。

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

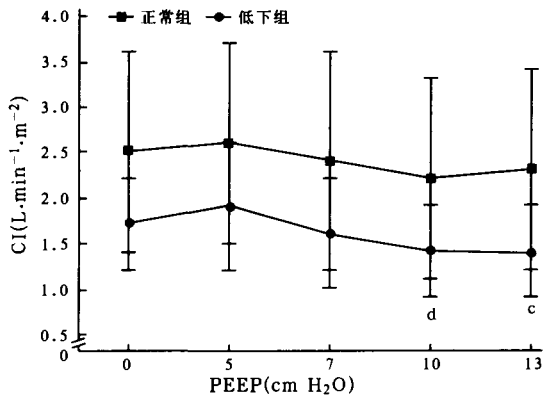
Table 1 Effects of different PEEP levels on the hemodynamics and the lung mechanical parameters($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数 (例)	PEEP(cm H ₂ O)					F值	P值
			0	5	7	10	13		
Raw(cm H ₂ O·s ⁻¹ ·ml ⁻¹)	正常组	18	14.9±2.7	12.8±2.3 ^a	11.5±1.7 ^b	11.7±1.6 ^{bd}	10.6±3.4 ^{bd}	9.821	0.000
	低下组	21	16.4±6.3	16.2±5.5	15.5±5.7	14.1±4.3 ^a	14.1±4.7 ^a	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 ^{cd}	1.9±0.6 ^d	3.378	0.012
PEEPi(cm H ₂ O)	正常组	18	3.9±2.7	6.9±2.3 ^a	7.4±1.9 ^b	8.6±3.4 ^b	11.5±6.2 ^{bdeg}	11.743	0.000
	低下组	21	7.3±1.9	7.1±1.6	9.2±2.1 ^{ad}	11.1±2.4 ^{bde}	11.5±3.4 ^{bde}	8.693	0.000
CVP(cm H ₂ O)	正常组	18	7.6±2.5	8.9±2.6 ^a	10.4±2.7 ^{bc}	11.9±2.9 ^{bde}	13.2±3.3 ^{bdf}	26.033	0.000
	低下组	21	7.8±2.3	9.1±2.3	10.6±2.2 ^b	12.4±2.4 ^{bde}	13.3±3.1 ^{bdf}	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 ^d	2.3±0.7 nd	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	1.3±0.5 ^d	1.4±0.4 ^c	2.427	0.053
SVR(kPa·s/L)	正常组	18	193.2±82.4	176.9±77.1	197.6±86.1	225.4±113.6	212.1±101.5	1.422	0.229
	低下组	21	264.7±67.0	224.8±62.3	258.6±56.2	299.8±89.6 ^{cd}	284.8±62.9 ^d	4.002	0.005

注:与本组 PEEP 0 cm H₂O 比较:^aP<0.05,^bP<0.01;与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^cP<0.05,^dP<0.01;与本组 PEEP 7 cm H₂O 比较:^eP<0.05,^fP<0.01;与本组 PEEP 10 cm H₂O 比较:^gP<0.05

2.3 不同 PEEP 水平对肺机械参数的影响(表 1, 图 1~6):在心功能正常组,随 PEEP 的增高,平均气道压(Pmean)、气道峰压(PIP)、内源性呼气末正压(PEEPi)也相应增高,气道阻力(Raw)明显下降

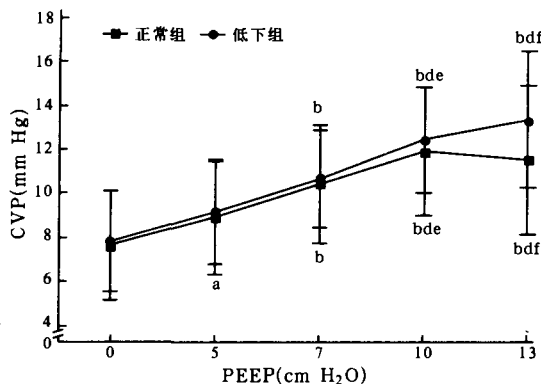
($P=0.000$),呼吸负荷减小。在心功能低下组,设定 PEEP 对肺机械参数影响与心功能正常组变化相似,不同 PEEP 水平导致气道压力(Paw)的变化不能完全反映 CO 和 CI 的变化。



注:与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^c $P<0.05$,^d $P<0.05$

图 1 不同 PEEP 水平对两组 CI 的影响

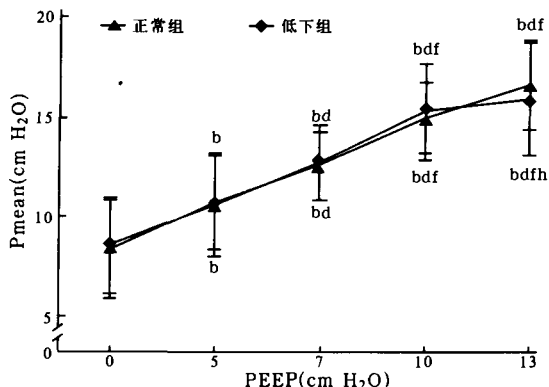
Figure 1 Effect of different PEEP levels on CI in two groups



注:与本组 PEEP 0 比较:^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^d $P<0.01$;与本组 PEEP 7 cm H₂O 比较:^e $P<0.05$,^f $P<0.01$

图 2 不同 PEEP 水平对两组 CVP 的影响

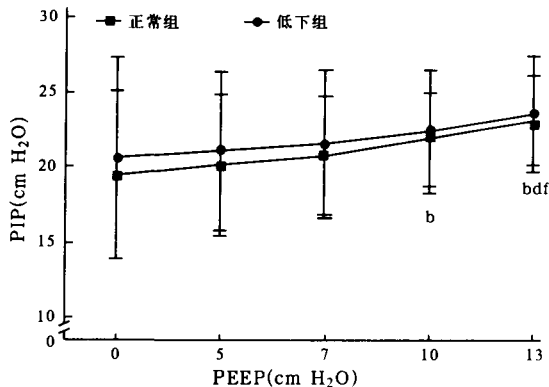
Figure 2 Effect of different PEEP levels on CVP in two groups



注:与本组 PEEP 0 比较:^b $P<0.05$;与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^d $P<0.01$;与本组 PEEP 7 cm H₂O 比较:^f $P<0.01$;与本组 PEEP 10 cm H₂O 比较:^b $P<0.01$

图 3 不同 PEEP 水平对两组 Pmean 的影响

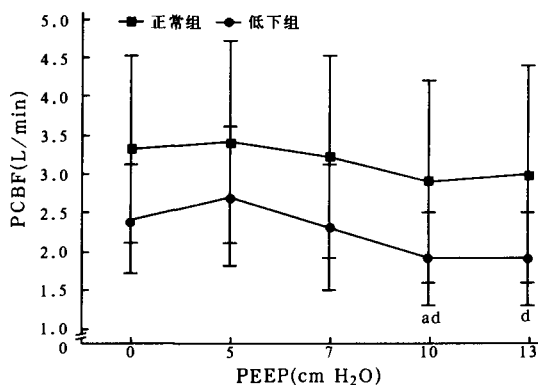
Figure 3 Effect of different PEEP levels on Pmean in two groups



注:与本组 PEEP 0 比较:^b $P<0.01$;与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^d $P<0.01$;与本组 PEEP 7 cm H₂O 比较:^f $P<0.01$

图 4 不同 PEEP 水平对两组 PIP 的影响

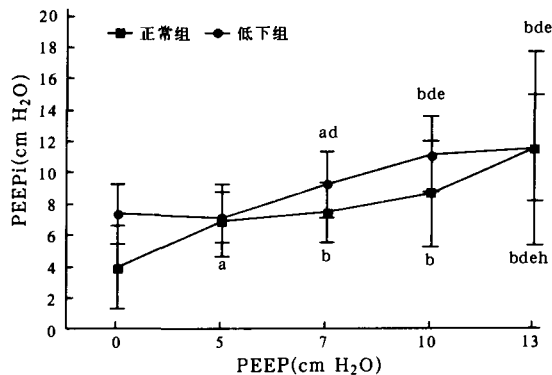
Figure 4 Effect of different PEEP levels on PIP in two groups



注:与本组 PEEP 0 比较:^a $P<0.05$;与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^d $P<0.01$

图 5 不同 PEEP 水平对两组 PCBF 的影响

Figure 5 Effect of different PEEP levels on PCBF in two groups



注:与本组 PEEP 0 比较:^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与本组 PEEP 5 cm H₂O 比较:^d $P<0.01$;与本组 PEEP 7 cm H₂O 比较:^e $P<0.05$;与本组 PEEP 10 cm H₂O 比较:^b $P<0.01$

图 6 不同 PEEP 水平对两组 PEEPi 的影响

Figure 6 Effect of different PEEP levels on PEEPi in two groups

3 讨论

正压通气的应用,对与 Paw 相关血流动力学效应的认识已被广泛接受。然而,临床医师常将 Paw 与血流动力学效应等同看待^[2]。其原因有:①Paw 在床旁易测定;②Pmean 反映平均肺泡压力;③Paw 增加可定性反映肺容量和胸膜压(Ppl)的增加。但是,Paw 受很多因素影响:①胸廓弹性、通气类型、Raw 及肺顺应性在不同个体差异很大;②不能准确反映主要用来决定左室跨壁压的心包压(Ppc)变化;③临床上可误导治疗者根据错误的理念改变治疗。很多研究已证实,正压通气的血流动力学效应主要决定于 ITP 和肺容量的变化^[3]。

本研究旨在肺容量相对不变的情况下,研究不同 PEEP 水平对正常心脏和衰竭心脏血流动力学的影响,定性反映 Ppl 的变化,观察机械通气条件下对左、右心室前后负荷的影响。

Fessler 和 Takata 等^[4,5]研究证实,PEEP 可引起膈肌下降,腹内压增加,导致腹内血管周围压力的增加。PEEP 的净效应是增加系统平均充盈压和右房压(Pra)。根据静脉回流压力梯度原理,PEEP 5~7 cm H₂O 对正常血容量和高血容量者并不能减少其静脉回流,因此不会引起 CO 的明显改变。本试验结果表明,随着 PEEP 的增加(0~13 cm H₂O),心脏功能正常者,CVP 增加,PCBF、CO、CI、SVR 无明显变化;而对心功能低下者,PEEP 能明显减少回心血量和 PCBF,CO、CI 则在一定范围内呈现不同的反应:由于 ITP 的原因适当设定 PEEP 可减低左心室后负荷,从而改善心功能。在较高 PEEP 时,机械通气可加重右心室和左心室充盈不足,从而导致血压明显降低^[6]。

关于 ITP 对血流动力学的影响,Shekerdemian 等^[7]研究表明:ITP 的变化影响全身静脉血回流到右心室以及左心室流向全身的压力梯度;ITP 的增加导致右心房压力增加,左室跨壁收缩压减小,压力梯度减小,因此减少胸内血容量和血管外肺水;ITP

下降可增大静脉回流,阻碍左室射血,增加胸内血容量,加重肺水肿。在心功能正常患者,ITP 随呼吸周期性波动,对血流动力学不会造成影响;而对衰竭心脏,PEEP 则可抑制 ITP 的负向波动,稳定 Ppl,因此,设定适当的 PEEP 可改善心功能、减轻肺水肿。

本研究结果还表明,不同 PEEP 水平导致 Paw 的变化并不能反映左、右心室功能的变化,应根据患者基本心功能及血容量状况进行综合判断^[8]。

综上,机械通气患者应注意心肺相互作用,尤其是心功能低下者更应如此。在 Paw<25 cm H₂O 情况下观察不同 PEEP 水平(0~13 cm H₂O)对心功能的影响,表明机械通气期间 CVP 明显受 PEEP 影响,其波动反映 Ppl 的变化,而 Paw 的变化不能完全反映心室功能,尤其对衰竭心脏,应在血流动力学监护下调节肺机械参数,最大限度地减少对心肺功能的干扰。

参考文献:

- 1 秦英智. 机械通气与心肺相互作用[J]. 中国危重病急救医学, 2005, 17(8): 449-451.
- 2 Pinsky M R. Heart-lung interactions during positive-pressure ventilation[J]. New Horiz, 1994, 2(4): 443-456.
- 3 Denault A Y, Gorcssan J, Pinsky M R. Dynamic effects of positive-pressure ventilation on canine left ventricular pressure-volume relations[J]. J Appl Physiol, 2001, 91(1): 298-308.
- 4 Fessler H E, Brower R G, Wise R A, et al. Effects of Positive end-expiratory pressure on the canine venous return curve[J]. Am Rev Respir Dis, 1992, 146(1): 4-10.
- 5 Takata M, Robotham J L. Effects of inspiratory diaphragmatic descent on inferior vena caval venous return[J]. J Appl Physiol, 1992, 72(2): 597-607.
- 6 Steingrub J S, Tidswell M, Higgins T L. Hemodynamic consequences of heart-lung interactions[J]. J Intensive Care Med, 2003, 18(2): 92-99.
- 7 Shekerdemian L, Bohn D. Cardiovascular effects of mechanical ventilation[J]. Arch Dis Child, 1999, 80(5): 475-480.
- 8 Michard F, Teboul J L. Using heart-lung interactions to assess fluid responsiveness during mechanical ventilation[J]. Crit Care 2000, 4(5): 282-289.

(收稿日期:2006-07-31 修回日期:2007-01-25)

(本文编辑:李银平)

· 启事 ·

中华医学会 2007 全年学术会议信息发布

2007 年中华医学会学术会议计划所列出的学术会议系由中华医学会各专科分会及中华医学会有关部门提出,经中华医学会第二十三届理事会学术工作委员会第三次会议讨论及第四次常务理事会议审批通过并报中国科协备案。计划包括中华医学会及各专科分会举办的全国性学术会议和国际或双边、地区性学术会议。

中华医学会 2007 全年学术会议共有 307 项,每个会议的信息详见中华医学会网站首页的学术月报栏“2007 年学术会议计划”,网址:www.cma.org.cn。中华医学会学术会议由学术会务部归口管理,联系人:李佳、张悦。联系电话:010-85158128, 010-85158559。Email:lijia@cma.org.cn。

(中华医学会学术会务部)