

应用最佳顺应性设定呼气末正压的临床研究

徐磊 冯全胜 廉富 邵新华 李智伯 王志勇 李军

【摘要】目的 以低流速法描记准静态压力-容积曲线(P-V 曲线)选择最佳呼气末正压(PEEP)作为对照,观察滴定最佳顺应性方法选择最佳 PEEP 的临床实用性和安全性。**方法** 选取本院重症监护病房(ICU)2009 年 11 月至 2010 年 12 月 14 例接受机械通气的急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者,分为两组,每组 7 例;分别使用低流速法描记准静态 P-V 曲线和滴定最佳顺应性的方法确定最佳 PEEP,连续测量 3 次,比较各组所确定的最佳 PEEP 值和重复试验的一致性;观察试验前及试验后 2、4、6 h 血流动力学参数、氧合指数(OI)、肺顺应性(C)以及血浆中细胞因子和肺表面活性蛋白 D(SP-D)的变化。**结果** ①两组性别、年龄、疾病严重程度等基础状态无明显差异。②准静态 P-V 曲线和滴定最佳顺应性方法确定的最佳 PEEP 值($\text{cm H}_2\text{O}$, $1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$)无明显差异(11.53 ± 2.07 比 10.57 ± 0.87 , $P > 0.05$)。但准静态 P-V 曲线描记的重复性差,3 次描记的 P-V 曲线斜率呈逐渐下降趋势,每次确定的最佳 PEEP 值呈逐渐升高趋势,第 3 次与第 1 次描记比较差异有统计学意义(12.80 ± 1.92 比 10.00 ± 1.58 , $P < 0.05$);而滴定最佳顺应性的方法重复性好,每次确定的最佳 PEEP 值无明显差异。③描记准静态 P-V 曲线后患者的心率(HR,次/min)、体温($^{\circ}\text{C}$)、白细胞介素-6(IL-6,ng/L)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α ,ng/L)、SP-D($\mu\text{g/L}$)均呈逐渐升高趋势,平均动脉压(MAP,mm Hg, $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$)、连续心排血指数(CCI, $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)、OI(mm Hg)及 C($\text{ml/cm H}_2\text{O}$)均呈下降趋势,均于试验后 6 h 达峰值或谷值,与试验前比较差异有统计学意义(HR: 117.34 ± 8.53 比 93.71 ± 5.38 , 体温: 38.05 ± 0.73 比 36.99 ± 1.02 , IL-6: 144.84 ± 23.89 比 94.73 ± 5.91 , TNF- α : 151.46 ± 46.00 比 89.86 ± 13.13 , SP-D: 33.65 ± 8.66 比 16.63 ± 5.61 , MAP: 85.47 ± 9.24 比 102.43 ± 8.38 , CCI: 3.00 ± 0.48 比 3.81 ± 0.81 , OI: 62.00 ± 21.45 比 103.40 ± 37.27 , C: 32.10 ± 2.92 比 49.57 ± 7.18 , 均 $P < 0.05$),提示准静态 P-V 曲线的描记会加重原有肺损伤;而滴定最佳顺应性试验前后患者 HR、MAP、体温、CCI、OI、C、细胞因子及 SP-D 均无明显差异。**结论** 滴定最佳顺应性方法确定最佳 PEEP 重复性好,临床操作更简单、更安全,便于临床开展。

【关键词】 最佳呼气末正压; 准静态压力-容积曲线; 顺应性; 滴定法

Clinical research of using optimal compliance to determine positive end-expiratory pressure XU Lei, FENG Quan-sheng, LIAN Fu, SHAO Xin-hua, LI Zhi-bo, WANG Zhi-yong, LI Jun. Intensive Care Unit, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

Corresponding author: XU Lei, Email: xl2268@yahoo.com.cn

【Abstract】Objective To observe the availability and security of optimal compliance strategy to titrate the optimal positive end-expiratory pressure (PEEP), compared with quasi-static pressure-volume curve (P-V curve) traced by low-flow method. **Methods** Fourteen patients received mechanical ventilation with acute respiratory distress syndrome (ARDS) admitted in intensive care unit (ICU) of Tianjin Third Central Hospital from November 2009 to December 2010 were divided into two groups ($n=7$). The quasi-static P-V curve method and the optimal compliance titration were used to set the optimal PEEP respectively, repeated 3 times in a row. The optimal PEEP and the consistency of repeated experiments were compared between groups. The homodynamic parameters, oxygenation index (OI), lung compliance (C), cytokines and pulmonary surfactant-associated protein D (SP-D) concentration in plasma before and 2, 4, and 6 hours after the experiment were observed in each group. **Results** ① There were no significant differences in gender, age and severity of disease between two groups. ② The optimal PEEP ($\text{cm H}_2\text{O}$, $1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$) had no significant difference between quasi-static P-V curve method group and the optimal compliance titration group (11.53 ± 2.07 vs. 10.57 ± 0.87 , $P > 0.05$). The consistency of repeated experiments in quasi-static P-V curve method group was poor, the slope of the quasi-static P-V curve in repeated experiments showed downward tendency. The optimal PEEP was increasing in each measure. There was significant difference between the first and the third time (10.00 ± 1.58 vs. 12.80 ± 1.92 , $P < 0.05$). And the optimal compliance titration method had good reproducibility as the optimal PEEP without significant difference in each measure. ③ After the quasi-static P-V curve traced, the heart rate (HR, bpm), temperature ($^{\circ}\text{C}$), interleukin-6 (IL-6, ng/L), tumor necrosis factor- α (TNF- α , ng/L), SP-D ($\mu\text{g/L}$) showed a gradually increasing tendency, the mean artery pressure (MAP, mm Hg, $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$), continuous cardiac index (CCI, $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$), OI (mm Hg), and C ($\text{ml/cm H}_2\text{O}$) showed a gradually decreased tendency, all of these parameters reached the peak or trough at 6 hours after the experiment, and there was significance compared with those before experiment (HR: 117.34 ± 8.53 vs. 93.71 ± 5.38 , temperature: 38.05 ± 0.73 vs. 36.99 ± 1.02 , IL-6: 144.84 ± 23.89 vs. 94.73 ± 5.91 , TNF- α : 151.46 ± 46.00 vs. 89.86 ± 13.13 , SP-D: $33.65 \pm$

8.66 vs. 16.63 ± 5.61 , MAP: 85.47 ± 9.24 vs. 102.43 ± 8.38 , CCI: 3.00 ± 0.48 vs. 3.81 ± 0.81 , OI: 62.00 ± 21.45 vs. 103.40 ± 37.27 , C: 32.10 ± 2.92 vs. 49.57 ± 7.18 , all $P < 0.05$). The results suggested that the drawing of quasi-static P-V curve would aggravate the lung injury. And in optimal compliance titration method group, there were no significant differences in HR, MAP, temperature, CCI, OI, C, cytokines and SP-D before and after titration. **Conclusion** Optimal compliance titration method has good reproducibility, safty and usability.

【Key words】 Optimal positive end-expiratory pressure; Quasi-static pressure-volume curve; Compliance; Titration

对急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者实施肺保护性通气策略的最基本要素之一是使用最佳呼气末正压(PEEP)。但是临床应用的难点在于最佳 PEEP 的选择。目前,临床上常用的方法为通过准静态压力-容积曲线(P-V 曲线)来确定最佳 PEEP,但有学者对其临床应用的实用性和安全性提出怀疑:应用 P-V 曲线寻找低位拐点(LIP)的变异度较大;同时会进一步加重肺损伤,如萎陷伤、气压伤及容积伤。为此,本研究中通过滴定最佳顺应性方法和低流速法描记准静态 P-V 曲线确定最佳 PEEP,观察其是否加重肺损伤,在确定最佳 PEEP 同时,探索避免呼吸机相关性肺损伤(VILI)的方法。

1 资料与方法

1.1 研究对象 一般情况:采用回顾性研究方法,选择 2009 年 11 月至 2010 年 12 月本院重症监护病房(ICU)收治的 14 例 ARDS 患者,男性 9 例,女性 5 例;年龄 36~77 岁,平均(59.6 ± 14.3)岁;急性生理学与慢性健康状况评分系统 II(APACHE II)评分 21~44 分,平均(30.5 ± 6.4)分;氧合指数(OI)59~153 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa),平均(105.1 ± 31.2) mm Hg;重症肺炎 8 例,急性胰腺炎 3 例,多器官功能衰竭 3 例。所有患者符合 ARDS 诊断标准^[1],能接受机械通气治疗,耐受镇静、肌松剂,无严重心力衰竭、休克、气胸、胸廓外伤、颅内压增高疾病。

本研究符合医学伦理学标准,获得本院伦理委员会批准,患者或家属均知情同意。

1.2 试验分组:14 例 ARDS 患者分为两组,每组 7 例,分别使用低流速法描记准静态 P-V 曲线和滴定最佳顺应性方法确定最佳 PEEP,并使用所确定的最佳 PEEP 进行机械通气。

1.3 准静态 P-V 曲线确定最佳 PEEP:采用低流速法测定^[2]。患者取仰卧位,间断静脉推注维库溴铵及

咪唑安定使其处于镇静、肌松、无自主呼吸状态,经气管插管接呼吸机控制通气。采用同步间歇指令通气(SIMV)模式,呼吸机参数设定:吸入氧浓度(F_iO_2)1.00,流速(F)6 L/min,潮气量(V_T)15 ml/kg, PEEP 0 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa),通气频率 4 次/min,吸气时间(T_i)10 s。连续描记准静态 P-V 曲线,3 次为一组,以第 3 次的图形为准,共描记 3 组,每组间隔时间为 20 min,试验共用时 1 h。使用多元线性回归法计算 LIP,以 LIP + 2 cm H₂O 作为最佳 PEEP。

1.4 滴定最佳顺应性方法确定最佳 PEEP:患者取仰卧位,间断静脉推注维库溴铵及咪唑安定使其处于镇静、肌松、无自主呼吸状态,经气管插管,连接呼吸机控制通气。采用 SIMV 模式, F_iO_2 1.00, F 6 L/min, V_T 3 ml/kg, 通气频率 4 次/min, T_i 10 s, PEEP 0 cm H₂O。以每次 1 cm H₂O 的频率逐渐上调 PEEP,每一 PEEP 水平保持 4 个呼吸周期,以肺顺应性(C)最大时的 PEEP 值作为最佳 PEEP。重复 3 次,每次间隔时间为 20 min,试验共用时 1 h。

1.5 检测指标:试验前和试验后 2、4、6 h 用监护仪持续记录心率(HR)、平均动脉压(MAP)、OI、体温(T),脉搏指示连续心排量(PiCCO)监测仪记录患者连续心排血指数(CCI)。应用定量双抗体夹心酶联免疫吸附试验检测血浆细胞因子白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)和肺表面活性蛋白 D(SP-D)浓度,参照试剂盒说明书操作。

1.6 统计学分析:使用 SPSS 13.0 软件,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,进行 t 检验,计数资料行 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况(表 1):两组 ARDS 患者性别、年龄、APACHE II 评分、OI、原发病等比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),有可比性。

2.2 最佳 PEEP 及重复试验的一致性

2.2.1 两组确定的最佳 PEEP 值:准静态 P-V 曲线法组 5 例患者出现 LIP,3 例出现高位拐点(UIP),确定的最佳 PEEP 为(11.53 ± 2.07) cm H₂O,最大曲率点(PMC)为(10.81 ± 0.87) cm H₂O。滴定最佳顺应性

DOI:10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2012.07.004

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973)项目(2009CB522702);天津市医药卫生科技基金项目(09KY05)

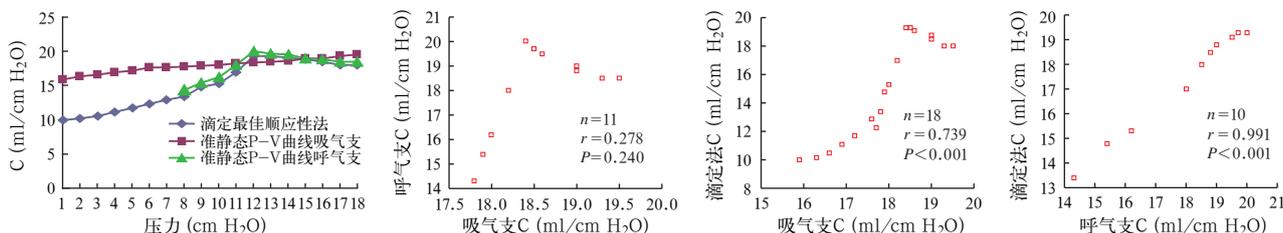
作者单位:300170 天津市第三中心医院重症医学科

通信作者:徐磊,Email:xl2268@yahoo.com.cn

表 1 不同方法确定最佳 PEEP 两组 ARDS 患者基本资料

组别	例数	性别		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	APACHE II 评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)	OI ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	原发病(例)		
		男	女				重症肺炎	急性胰腺炎	多器官功能衰竭
准静态 P-V 曲线法	7	4	3	54.4 ± 12.2	31.1 ± 6.5	117.0 ± 28.8	3	2	2
滴定最佳顺应性法	7	5	2	64.7 ± 15.2	29.9 ± 6.9	93.3 ± 30.9	5	1	1

注: PEEP: 呼气末正压, ARDS: 急性呼吸窘迫综合征, P-V 曲线: 压力-容积曲线, APACHE II: 急性生理学及慢性健康状况评分系统 II, OI: 氧合指数; 1 mm Hg=0.133 kPa



注: C: 顺应性, P-V 曲线: 压力-容积曲线; 1 cm H₂O=0.098 kPa

图 1 不同方法描记的压力-顺应性曲线及相关性

法组确定的最佳 PEEP 为 (10.57 ± 0.87) cm H₂O, 与准静态 P-V 曲线法组比较差异无统计学意义 (P>0.05)。

2.2.2 两组确定最佳 PEEP 重复试验的一致性(表 2): 准静态 P-V 曲线法测得的最佳 PEEP 重复性差, 同一患者多次描记 P-V 曲线的斜率呈逐渐下降趋势, 第 3 次与第 1 次描记有明显的差异 (P<0.05)。滴定最佳顺应性方法测得的最佳 PEEP 可取得很好的重复性。

表 2 不同方法确定最佳 PEEP 两组 ARDS 患者不同时间确定的最佳 PEEP 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	最佳 PEEP(cm H ₂ O)		
		第 1 次	第 2 次	第 3 次
准静态 P-V 曲线法	7	10.00 ± 1.58	11.80 ± 1.92	12.80 ± 1.92 ^a
滴定最佳顺应性法	7	10.57 ± 0.98	10.43 ± 0.98	10.71 ± 0.76

注: PEEP: 呼气末正压, ARDS: 急性呼吸窘迫综合征, P-V 曲线: 压力-容积曲线; 与本组第 1 次比较, ^aP<0.05; 1 cm H₂O=0.098 kPa

2.2.3 压力-顺应性曲线(图 1): 以压力为横坐标、

顺应性为纵坐标描记压力-顺应性曲线, 结果显示, 准静态 P-V 曲线吸气支、呼气支的顺应性与滴定最佳顺应性法的顺应性呈显著正相关 (r_吸=0.739, r_呼=0.991, 均 P<0.01), 近似于平行。准静态 P-V 曲线吸气支与呼气支的顺应性无相关性 (r=0.278, P=0.240)。

2.3 两组血流动力学和肺力学指标变化(表 3): 准静态 P-V 曲线法组试验后患者的 HR、T 呈逐渐升高趋势, 4 h、6 h 与试验前相比差异有统计学意义 (均 P<0.05); MAP、CCI、OI 及 C 均呈下降趋势, 4 h 和 6 h 与试验前相比差异均有统计学意义 (均 P<0.05)。滴定最佳顺应性法组试验前后患者的 HR、MAP、CCI、T、OI 及 C 均无明显变化。

2.4 两组血浆细胞因子及 SP-D 浓度变化(表 4): 准静态 P-V 曲线法组试验后患者的 IL-6、TNF-α、SP-D 均呈逐渐升高趋势, 2、4、6 h 与试验前相比差异均具有统计学意义 (均 P<0.05)。滴定最佳顺应性法组试验前后患者的各细胞因子及 SP-D 均无明显变化。

表 3 不同方法确定最佳 PEEP 两组 ARDS 患者试验前后血流动力学和肺力学参数变化($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数	HR(次/min)	MAP(mm Hg)	CCI(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	T(°C)	OI(mm Hg)	C(ml/cm H ₂ O)
准静态 P-V 曲线法	试验前	7	93.71 ± 5.38	102.43 ± 8.38	3.81 ± 0.81	36.99 ± 1.02	103.40 ± 37.27	49.57 ± 7.18
	试验后 2 h	7	96.25 ± 7.96	98.26 ± 8.64	3.73 ± 0.33	37.59 ± 0.89	89.71 ± 32.14	45.25 ± 8.34
	试验后 4 h	7	112.14 ± 10.78 ^a	89.71 ± 8.36 ^a	3.10 ± 0.53 ^a	38.06 ± 0.63 ^a	65.00 ± 19.36 ^a	35.14 ± 3.71 ^a
	试验后 6 h	7	117.34 ± 8.53 ^a	85.47 ± 9.24 ^a	3.00 ± 0.48 ^a	38.05 ± 0.73 ^a	62.00 ± 21.45 ^a	32.10 ± 2.92 ^a
滴定最佳顺应性法	试验前	7	95.29 ± 10.36	92.00 ± 5.50	3.57 ± 0.63	36.78 ± 0.98	99.78 ± 25.63	37.71 ± 8.07
	试验后 2 h	7	95.68 ± 10.21	90.30 ± 7.40	3.56 ± 0.27	37.01 ± 0.56	90.12 ± 17.89	36.91 ± 6.59
	试验后 4 h	7	97.42 ± 10.33	89.57 ± 6.29	3.54 ± 0.54	37.30 ± 0.42	85.25 ± 11.54	37.29 ± 5.53
	试验后 6 h	7	98.31 ± 9.71	91.25 ± 7.62	3.52 ± 0.81	37.54 ± 0.57	87.74 ± 21.69	38.45 ± 5.24

注: PEEP: 呼气末正压, ARDS: 急性呼吸窘迫综合征, P-V 曲线: 压力-容积曲线, HR: 心率, MAP: 平均动脉压, CCI: 连续心排血量指数, T: 体温, OI: 氧合指数, C: 顺应性; 与本组试验前比较, ^aP<0.05; 1 mm Hg=0.133 kPa

3 讨论

ARDS 患者早期的病理改变主要是肺毛细血管内皮细胞与肺泡上皮细胞屏障的通透性增高,肺泡与肺间质内积聚大量富含蛋白质和炎症介质等物质的水肿液。肺水肿一方面可使通气的肺泡减少,另一方面使表面活性物质受损导致表面张力增高而引起部分肺泡的萎陷^[3]。已有研究证实 PEEP 能阻止呼气末肺泡的陷闭^[4]。但是,PEEP 的设定一直存在很大争议,PEEP 过高会使肺泡过度膨胀致气压伤,而 PEEP 过低则可使肺泡周期性地复张和塌陷,产生剪切力加重肺损伤^[5-7]。

Suter 等^[8]于 1975 年首先提出了最佳 PEEP 的概念,认为既能改善氧合、又能减少 VILI 的 PEEP 为最佳 PEEP。Carvalho 等^[9]证实,在 ARDS 模型中,控制性肺膨胀后 PEEP 逐渐降低时,肺泡的过度膨胀和陷闭同时存在,最佳的 PEEP 应为肺泡复张和过度充气之间顺应性最佳时所对应的压力值。有研究显示,机械通气时最大氧合所对应的压力值与呼吸系统最大顺应性所对应的压力值并不相符^[10]。因此,最佳 PEEP 的设定要兼顾机体氧输送、呼吸系统顺应性、经肺压、循环等多个参数。

目前最佳 PEEP 的测定方法包括准静态 P-V 曲线法、PEEP 滴定法、肺牵张指数法、功能残气量法等,但无论哪种方法都存在一定程度的缺陷。

呼吸系统 P-V 曲线能反映呼吸系统机械力学特征,特别是呼吸系统的弹性特征。1984 年 Matamis 等^[11]首先将 P-V 曲线的描记应用于 ARDS 患者。典型的 ARDS 患者 P-V 曲线呈“S”型,有明显的 LIP 和 UIP。传统理论认为,ARDS 患者吸气相 LIP 是充气时萎陷的小气道和肺泡得以复张的最低吸气压力,故将 PEEP 选择在 LIP 上方 2 cm H₂O 被认为是合理的^[12]。临床试验也证实,以此作为最佳 PEEP 来进行机械通气能改善患者症状,减少血浆和支气管肺泡中炎症介质的浓度^[13]。但是,从文献报道和我们的使用经验来看,这种标定 PEEP 的方法本身存在很多缺陷:①并非所有的 P-V 曲线均出现 LIP;在绵羊动物实验中,描记的 P-V 曲线出现各种拐点的概率高于临床试验,而且与传统 20~25 ml/kg 的容量设定相比,容量增加时(40~50 ml/kg)更能完整地显示各种拐点,尤其是 UIP^[14]。LIP 的出现是由于 ARDS 早期(如渗出期)以重力依赖区存在为主,此时,存在大量的可复张的萎陷气道及肺泡。而临床

表 4 不同方法确定最佳 PEEP 两组 ARDS 患者试验前后血浆细胞因子及 SP-D 变化($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数	IL-6(ng/L)	TNF- α (ng/L)	SP-D(μ g/L)
准静态 P-V 曲线法	试验前	7	94.73 \pm 5.91	89.86 \pm 13.13	16.63 \pm 5.61
	试验后 2 h	7	116.40 \pm 23.78 ^a	131.71 \pm 47.65 ^a	19.80 \pm 5.92 ^a
	试验后 4 h	7	130.35 \pm 23.83 ^a	142.19 \pm 46.91 ^a	22.99 \pm 5.34 ^a
	试验后 6 h	7	144.84 \pm 23.89 ^a	151.46 \pm 46.00 ^a	33.65 \pm 8.66 ^a
滴定最佳顺应性法	试验前	7	102.90 \pm 13.94	107.89 \pm 27.48	25.03 \pm 7.83
	试验后 2 h	7	107.49 \pm 13.79	112.54 \pm 29.50	27.49 \pm 8.42
	试验后 4 h	7	111.00 \pm 14.14	116.41 \pm 30.84	29.03 \pm 8.98
	试验后 6 h	7	115.36 \pm 14.79	118.49 \pm 31.15	30.34 \pm 9.59

注:PEEP:呼气末正压,ARDS:急性呼吸窘迫综合征,SP-D:肺表面活性蛋白 D, P-V 曲线:压力-容积曲线,IL-6:白细胞介素-6,TNF- α :肿瘤坏死因子- α ;与本组试验前比较,^aP<0.05

中,ARDS 患者常于不同时期进行机械通气,尤其是在增生期至纤维化期,可复张的萎陷气道及肺泡数量明显减少,LIP 的曲线则不明显。本试验中准静态 P-V 曲线法组 7 例患者中仅 5 例出现 LIP,考虑与选用的 V_T 低、患者入院时已处于 ARDS 渗出晚期或纤维化期等因素有关。描记准静态 P-V 曲线需要设定压力限制,以防止气压伤,造成 UIP 很难精确。②P-V 曲线描记会加重肺损伤:本研究显示,准静态 P-V 曲线描记后,ARDS 患者的血流动力学参数、肺力学参数以及血浆中细胞因子、SP-D 浓度均呈恶化趋势,表明准静态 P-V 曲线描记会引起正常肺脏损伤或者加重原有肺脏损伤,原因为吸气相终点时陷闭的肺泡复张、正常的肺泡过度膨胀造成压力伤、容积伤,而在呼气相终点时复张的肺泡再次关闭所造成剪切伤、萎陷伤。③重复性差:本研究中同一患者描记的准静态 P-V 曲线斜率呈下降趋势,考虑与描记准静态 P-V 曲线时肺泡多次复张、陷闭导致剪切伤以及呼气相终点部分气体陷闭,维持相同体积的容量需使用更大的压力等因素有关。④临床可操作性差:传统的大注射器法操作复杂,低流速法操作相对简单,但需要高端的呼吸机,造价昂贵,均限制了其临床应用。而且 P-V 曲线描记后,对于拐点的确定在逻辑上和技术上很难达到精确程度^[15]。Harris 等^[16]报道判定拐点时观察者间的差异高达 11 cm H₂O,即使使用数学模型来解释 P-V 曲线的结果,不同模型间的差异亦可高达 6 cm H₂O。

PEEP 滴定法是另一种选择最佳 PEEP 的方法,其滴定依据包括氧合、CT、顺应性。Suarez-Sipmann 等^[17]对 8 只急性肺损伤(ALI)模型猪进行最佳 PEEP 的滴定,认为控制性肺膨胀后,在 PEEP 逐渐降低时顺应性显著降低,表示复张的肺泡重新塌陷,以此压力点来作为 PEEP 的选择依据非常有价

值。但是,传统的滴定顺应性方法均是在肺复张的基础上逐渐降低 PEEP 值来实现的,过高的肺复张压力可能已经加重原有的肺损伤。因此,本研究中使用逐渐抬高 PEEP 获取最佳顺应性的滴定法来选择最佳 PEEP,其余机械通气条件与描记准静态 P-V 曲线时相同,目的是为了去除气道的惯性阻力、弹性阻力和黏滞性阻力影响,结果显示其测得的最佳 PEEP 值与准静态 P-V 曲线没有统计学差异。而且该操作还具有以下优点:对患者的血流动力学参数、肺力学参数、细胞因子和 SP-D 没有明显影响,表明并没有明显加重肺损伤;重复性好,准静态 P-V 曲线呼气支、吸气支和滴定最佳顺应性方法的压力-顺应性曲线能取得较好的相关性,能直接、准确地获得最佳 PEEP 值;临床操作简单;对呼吸机没有很高的要求,便于临床开展。

综上所述,与描记准静态 P-V 曲线法相比,滴定最佳顺应性方法测定最佳 PEEP 临床操作更简单、更安全,便于临床开展。但是,本研究中所选择的样本数较少,结果可能存在片面性。因此,滴定最佳顺应性方法确定最佳 PEEP 仍需要临床进一步研究。

参考文献

[1] 中华医学会重症医学分会. 急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征诊断和治疗指南(2006). 中国危重病急救医学,2006,18: 706-710.

[2] Rodriguez L, Marquer B, Mardrus P, et al. A new simple method to perform pressure-volume curves obtained under quasi-static conditions during mechanical ventilation. Intensive Care Med, 1999,25:173-179.

[3] Hooper M, Bernard G. Pharmacogenetic treatment of acute respiratory distress syndrome. Minerva Anesthesiol,2011,77:624-636.

[4] Thille AW, Richard JC, Maggiore SM, et al. Alveolar recruitment in pulmonary and extrapulmonary acute respiratory distress syndrome: comparison using pressure-volume curve of static compliance. Anesthesiology,2007,106:212-217.

[5] Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, et al. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. JAMA,2008,299: 637-645.

[6] Mercat A, Richard JC, Vielle B, et al. Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. JAMA,2008,299:646-655.

[7] Sundaresan A, Chase JG, Shaw GM, et al. Model-based optimal PEEP in mechanically ventilated ARDS patients in the intensive care unit. Biomed Eng Online,2011,10: 64.

[8] Suter PM, Fairley B, Isenberg MD. Optimum end-expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. N Engl J Med, 1975,292:284-289.

[9] Carvalho AR, Jandre FC, Pino AV, et al. Positive end-expiratory pressure at minimal respiratory elastance represents the best compromise between mechanical stress and lung aeration in oleic acid induced lung injury. Crit Care,2007,11:R86.

[10] Markhorst D, Kneyber M, van Heerde M. The quest for optimal positive end-expiratory pressure continues. Crit Care,2008,12: 408.

[11] Matamis D, Lemaire F, Harf A, et al. Total respiratory pressure-volume curves in the adult respiratory distress syndrome. Chest,1984,86:58-66.

[12] Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, et al. Beneficial effects of the "open lung approach" with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome: a prospective randomized study on mechanical ventilation. Am J Respir Crit Care Med,1995,152: 1835-1846.

[13] Villar J, Kacmarek RM, Pérez-Méndez L, et al. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial. Crit Care Med,2006,34:1311-1318.

[14] 张纳新, 李军, 秦英智, 等. 急性呼吸窘迫综合征绵羊肺压力-容积曲线描记方法的实验研究. 中国危重病急救医学,2005, 17: 688-690.

[15] Albaiceta GM, Blanch L, Lucangelo U. Static pressure-volume curves of the respiratory system: were they just a passing fad?. Curr Opin Crit Care,2008,14:80-86.

[16] Harris RS, Hess DR, Venegas JG. An objective analysis of the pressure-volume curve in the acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med,2000,161:432-439.

[17] Suarez-Sipmann F, Böhm SH, Tusman G, et al. Use of dynamic compliance for open lung positive end-expiratory pressure titration in an experimental study. Crit Care Med,2007,35:214-221.

(收稿日期:2012-02-16) (本文编辑:李银平)

• 广告目次 •

①深圳迈瑞:SynoVent E5 呼吸机 (封二)

②天津红日药业:血必净注射液 (插页)

③珠海健帆:血液灌流器 (插页)

④天津生化制药:琥珀氢可 (插页)

⑤廊坊爱尔:炭肾 (插页)

⑥烟台万里:便携式智能心脏复苏机 (插页)

⑦恩华药业:力月西 (插页)

⑧德尔格:肺保护工具包 (插页)

⑨广东天普药业:天普洛安 (插页)

⑩南京臣功:特苏尼®托拉塞米注射液 (插页)

⑪赛诺菲安万特(北京)制药:注射用替考拉宁 (插页)

⑫罗氏诊断产品(上海)有限公司:血气分析仪 (插页)

⑬第一制药:克倍宁 (封三)

⑭江苏新晨:艾贝宁®盐酸右美托咪定注射液 (封四)