

跨肺压指导下机械通气对急性呼吸窘迫综合征患者呼吸功能和血液动力学的影响^{*}

海南医学院第二附属医院 王应琼 石慧芳^{*} 何海武 王秋婷 陈兴峰 陈亚红 王茂泽,
海口 570311

摘要 目的:观察不同跨肺压(PtP)指导下机械通气(MV)对急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者呼吸功能及血液动力学的影响。方法:采用前瞻性随机对照研究,选取ARDS患者72例,按照随机数字表法分为观察组(55例)和对照组(17例)。根据设置不同的呼气末正压(PEEP)与胸腔内压(食管气囊测定法测得)计算得出不同的PtP,观察组中,设定PtP分别为10、15、20 cmH₂O 3个亚组,执行MV策略;对照组根据ARDS协作网(ARDSNet)意见制定MV策略;观察2组患者机械通气后1、24、48 h呼吸力学指标及血气分析结果,采用脉搏指示连续心排量监测仪(PICCO)监测各时间点血液动力学指标,记录患者MV时间、RICU住院时间及28 d病死率。结果:治疗后,2组患者呼吸功能及血气分析指标均好转,但对照组各时间点呼吸功能与血液动力学指标比较差异无统计学意义($P>0.05$);通气48 h后,观察组中PtP20 cmH₂O亚组肺容积、肺静态Cst、气道PIP、气道Pplat、PEEP及PaO₂、PaCO₂、PaO₂/FiO₂均明显高于对照组(均 $P<0.05$);血液动力学指标MAP、CVP、CI明显低于对照组(均 $P<0.05$);PtP10 cmH₂O亚组肺容积、肺静态顺应性(Cst)、气道峰压(PIP)、气道平台压(Pplat)、呼气末正压(PEEP)及PaO₂、PaCO₂、PaO₂/FiO₂均明显高于对照组(均 $P<0.05$);血液动力学指标与对照组比较差异不明显($P>0.05$)。PtP20 cmH₂O亚组MV时间与RICU住院时间较对照组明显缩短(均 $P<0.05$);各组间28d病死率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:跨肺压为10 cmH₂O时的机械通气,对ARDS患者呼吸功能及通气效果较好,对血液动力学影响小,是安全可靠的保护性肺通气策略。

关键词 跨肺压;机械通气;急性呼吸窘迫综合征;呼吸功能;血液动力学

中图分类号 R563.8 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20180503

Effects of mechanical ventilation on respiratory function and hemodynamics in patients with acute respiratory distress syndrome under the guidance of transpulmonary pressure WANG Ying-qiong, SHI Hui-fang^{*}, HE Hai-wu, WANG Qiu-ting, CHEN Xing-feng, CHEN Ya-hong, WANG Mao-ze. Second Affiliated Hospital of Hainan Medical College, Haikou 570311, China

Abstract Objective: To observe the effect of mechanical ventilation (MV) under the guidance of different transpulmonary pressure (PtP) on respiratory function and hemodynamics of acute respiratory distress syndrome (ARDS) patients. Methods: A prospectively randomized controlled study was conducted on 72 patients with ARDS. According to the random number table method, the patients were randomly divided into observation group ($n=55$) and control group ($n=17$). Different PtP was calculated according to different set of positive end-expiratory pressure (PEEP) and intrathoracic pressure (measured by esophageal balloon assay). In the observation group, PtP was set as 10, 15 and 20 cmH₂O, respectively, and MV strategy was executed. The control group developed the MV strategy according to the comments of ARDS cooperative network (ARDSNet). Respiratory mechanical indexes and blood gas analysis results at 1, 24, and 48 h after MV were observed, and blood flow mechanical indexes at each time point were monitored using pulse indicator continuous cardiac output monitor (PICCO), and MV time, RICU hospitalization time and 28-day mortality were recorded. Results: After treatment, the respiratory function and blood gas analysis indexes in the two groups were improved, but there was no statistically significant difference in respiratory function and hemodynamic indexes at each time point in the control group ($P>0.05$). After 48 h of ventilation, the lung volume, lung static compliance (Cst), airway peak pressure (PIP), airway platform pressure (Pplat), positive end-expiratory pressure (PEEP), PaO₂, PaCO₂ and PaO₂/FiO₂ in the PtP20 cmH₂O subgroup in the observation group were significantly higher (all $P<0.05$), and MAP, CVP and CI were significantly lower than those in the control group (all $P<$

^{*}基金项目:海南省自然科学基金(No:2012-812172)

^{*}通信作者:石慧芳,E-mail:ouyshan88@163.com

0.05)。In the PtP10 cmH₂O subgroup, lung volume, Cst, PIP, Pplat, PEEP and PaO₂, PaCO₂ and PaO₂/FiO₂ were all significantly higher than those in the control group (all $P < 0.05$). There was no significant difference in the hemodynamic indexes between two groups ($P > 0.05$). The MV time and RICU hospitalization time in PtP20 cmH₂O subgroup were significantly shorter than those in the control group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in 28-day mortality between the two groups ($P > 0.05$). Conclusion: When transpulmonary pressure is 10 cmH₂O, MV has good respiratory function and ventilation effect for ARDS patients, has little impact on hemodynamics, and is a safe and reliable protective lung ventilation strategy.

Key words Transpulmonary pressure; Mechanical ventilation; Acute respiratory distress syndrome; Respiratory function; Hemodynamics

急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 是以顽固性低氧血症、呼吸窘迫为特征的急性弥漫性肺损伤,其病理生理改变为肺容量减少、肺顺应性降低和严重的通气/血流比例失调^[1]。机械通气能有效改善患者呼吸功能,纠正低氧血症。但有报道表明^[2~4],机械通气治疗 ARDS 可以导致或加重肺损伤,影响患者的预后。合适的呼气末气道正压 (PEEP) 可以在有效改善患者呼吸功能的同时,减少肺内血液分流及相关肺损伤。本研究观察不同跨肺压 (PtP) 指导下的机械通气对 ARDS 患者呼吸功能及血液动力学的影响,报道如下。

资料与方法

一般资料 选取海南医学院第二附属医院 RICU2013 年 7 月~2016 年 11 月收治的 ARDS 患者 72 例 (男 40,女 32),年龄 33~68 平均 (57.7 ± 4.2) 岁,所有患者均符合 2006 年中华医学会重症分会制定的《急性肺损伤和急性呼吸窘迫综合征诊断和治疗指南》中关于 ARDS 的诊断标准^[5]:①顽固的低氧血症,动脉血氧分压 (PaO₂) < 50 mmHg,氧合指数 (PaO₂/FiO₂) < 200 mmHg,通过一般氧疗无法纠正;②胸部 X 线检查:肺部浸润影;③除外心源性肺水肿病因;④符合有创机械通气适应证。排除血液动力学不稳定者、慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 患者、气胸或连枷胸患者。72 例患者中脓毒血症 26 例,有机磷中毒 18 例,交通事故多发伤 15 例,肺部感染 8 例,感染性休克 5 例。本研究取得患者及家属同意并签署同意书,获得医院伦理委员会批准。

分组 采用前瞻性随机、单盲研究方式,随机将患者分为观察组 55 例,对照组 17 例;根据调节 PEEP,设定不同 PtP,将观察组分为 PtP10、15、

20 cmH₂O 3 个亚组。

基础治疗 所有病例均严格按照 2012 年柏林会议制定的《ARDS 诊断与治疗指南》^[6] 进行治疗;给予镇痛、镇静、处理原发病、抗感染、营养支持等治疗,严密监测患者生命体征;通气 1 h 内按照 ARDS 协作网治疗意见执行:潮气量设为 6 mg/kg,吸呼比为 1:2, PEEP 5 cmH₂O,吸入氧浓度 (FiO₂) 1.00,调整呼吸频率使动脉血气 pH 值在 7.2 以上;进行保护性肺复张,逐渐增加 PEEP 至 35 cmH₂O,维持机械通气 10 min 后再分组治疗和观察。

通气策略 各组严格按照血气分析结果调节呼吸机参数,目标 PaO₂ 55~80 mmHg,血氧饱和度 (SaO₂) 维持在 88%~90% 以上;观察组根据不同的 PtP 指导进行肺保护性通气策略;对照组根据 ASRD 协作网意见采用最佳氧合法制定肺保护性通气策略;计算 PtP: PtP = PEEP - 胸腔内压,采用食管气囊测定法测定食管中段 1/3 处压力代替胸腔内压。患者取仰卧位,气囊长 10 cm,直径 3.5~4.8 cm,厚度 0.1 mm,最小容积 0.2 mL,注入 0.5 mL 空气后气囊本身张力为 0~0.5 cmH₂O,气囊前端到鼻孔距离为 45 cm。

监测指标 ①测定各组患者通气后 1、24、48 h 的肺容积、肺静态顺应性 (Cst)、气道峰压 (PIP)、气道平台压 (Pplat)、PEEP 和血气分析结果,包括 PaO₂、CO₂ 分压 (PaCO₂)、PaO₂/FiO₂、SaO₂;②采用脉搏指示连续心排量监测仪 (PICCO) 监测各时间点血液动力学指标:平均动脉压 (MAP)、中心静脉压 (CVP)、心率 (HR)、心指数 (CI);③记录患者 MV 时间、RICU 住院时间、28 d 病死率。

统计学处理 采用 SPSS 19.0 统计学软件。计量资料采用 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料用百分数 (%) 表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一般资料 2 组患者年龄、性别、急性生理与慢性健康状况 (acute physiology and chronic health evaluation, APACHE II) 评分等基线资料对比差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性, 见表 1。

呼吸功能及血液动力学指标 随着通气时间延长, 2 组患者呼吸功能及血气分析指标逐渐好转, 对照组各时间点呼吸功能与血液动力学指标比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 通气 48 h 后, PtP20 cmH₂O 亚组肺容积、肺静态 Cst 气道、气道 PIP、气道 Pplat、PEEP 及 PaO₂、PaCO₂、PaO₂/FiO₂ 明显高于对照组 (均 $P < 0.05$), 见表 2、表 3; 血液动力学指标 MAP、CVP、CI 较对照组明显下降 (均 $P < 0.05$), 见表 4; 通气 48h 后, PtP10 cmH₂O 亚组肺容积、肺静态 Cst、气道 PIP、气道 Pplat 及 PaO₂、PaCO₂、PaO₂/FiO₂ 明显优于对照组 (均 $P < 0.05$); 血液动力学指标与

对照组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 4。

RICU 住院时间、MV 时间、28d 病死率 各组间 28 d 病死率比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); PtP10 cmH₂O 亚组、PtP15 cmH₂O 亚组在 MV 时间、RICU 住院时间方面与对照组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$); PtP20 cmH₂O 亚组 MV 时间与 RICU 住院时间较对照组明显缩短 ($P < 0.05$), 见表 5。

讨 论

引起呼吸机相关肺损伤的因素主要有两种: 一是由于 ARDS 患者有效肺泡减少, 吸气时这些肺泡发生过度扩张, 称之为容积伤; 另一种是随着机械通气的进行, 肺泡周期性地开放与塌陷, 形成的剪切力导致的损伤, 称之为剪切力损伤。2012 年柏林会议制定的《ARDS 诊断与治疗指南》^[6] 中指出轻、中、重度 ARDS 的病死率分别为 27%、32%、45%, 该指南认为中重度 ARDS 患者病死率居高不下的原因是小

表 1 2 组患者一般资料比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例	性别 (例)		平均 年龄 (岁)	APACHE II 评分 (分)	脓毒 血症 (例)	有机磷 中毒 (例)	交通事故 多发伤 (例)	肺部 感染 (例)	感染性 休克 (例)
		男	女							
观察组	55	30	25	57.9 ± 2.6	20.1 ± 4.4	19	14	11	6	5
PtP10 cmH ₂ O 亚组	19	9	10	56.5 ± 3.1	19.6 ± 3.7	7	6	3	2	1
PtP15 cmH ₂ O 亚组	18	11	7	57.4 ± 2.9	19.2 ± 2.2	7	4	3	2	1
PtP20 cmH ₂ O 亚组	18	10	8	58.1 ± 3.3	20.4 ± 3.5	5	4	5	2	3
对照组	17	10	7	57.2 ± 2.8	19.9 ± 3.8	5	4	5	2	1

表 2 2 组患者呼吸动力学指标比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例	肺容积 (mL)	Cst (mL/cmH ₂ O)	PIP (cmH ₂ O)	Pplat (cmH ₂ O)	PEEP (cmH ₂ O)
观察组						
PtP10 cmH ₂ O 亚组	19					
1h		86.5 ± 13.6	12.2 ± 3.6	31.5 ± 2.2	21.7 ± 4.3	6.6 ± 1.8
24h		113.7 ± 17.3 *	15.7 ± 3.3	33.9 ± 3.6	25.7 ± 4.9 *	14.6 ± 3.9 *
48h		117.6 ± 17.2 *	16.3 ± 4.4 *	36.4 ± 2.8 *	25.8 ± 5.7 *	14.7 ± 4.2 *
PtP15 cmH ₂ O 亚组	18					
1h		90.1 ± 12.6	11.7 ± 3.7	32.2 ± 2.7	19.7 ± 4.9	6.7 ± 2.3
24h		115.8 ± 12.3 *	18.7 ± 4.4 *	34.9 ± 3.3 *	28.6 ± 3.5 *	19.5 ± 4.3 *
48h		120.2 ± 14.7 *	19.7 ± 3.7 *	38.6 ± 4.2 *	29.7 ± 4.3 *	20.3 ± 4.7 *
PtP20 cmH ₂ O 亚组	18					
1h		94.4 ± 12.6	11.3 ± 3.5	32.7 ± 2.6	20.6 ± 4.6	6.8 ± 1.9
24h		117.9 ± 15.6 *	21.8 ± 4.6 *	35.8 ± 3.1 *	33.7 ± 4.4 *	22.7 ± 4.8 *
48h		120.7 ± 14.7 *	23.6 ± 3.6 *	39.7 ± 4.3 *	34.5 ± 3.7 *	23.5 ± 4.9 *
对照组	17					
1h		91.3 ± 10.7	11.7 ± 3.4	31.4 ± 2.3	20.1 ± 3.5	6.7 ± 1.5
24h		94.5 ± 11.3	14.0 ± 4.3	32.8 ± 3.5	21.8 ± 3.5	6.8 ± 2.2
48h		98.7 ± 14.5	13.1 ± 4.7	34.8 ± 3.4	21.9 ± 3.5	6.6 ± 2.1

注: 与对照组相同时间点比较, * $P < 0.05$

表 3 2 组患者血气分析结果比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg)	SaO ₂ (%)
观察组					
PtP10 cmH ₂ O 亚组	19				
1h		55.1 ± 3.7	43.6 ± 5.5	132.6 ± 17.4	90.7 ± 7.5
24h		57.7 ± 4.0	43.8 ± 6.4	166.7 ± 19.2 *	92.2 ± 5.5
48h		62.7 ± 3.9 *	45.5 ± 6.7 *	183.5 ± 16.4 *	95.5 ± 6.8
PtP15 cmH ₂ O 亚组	18				
1h		56.1 ± 3.8	43.4 ± 6.3	133.7 ± 18.2	89.3 ± 5.5
24h		57.6 ± 4.1	46.7 ± 4.5 *	178.5 ± 16.6 *	93.8 ± 4.9
48h		64.5 ± 3.9 *	47.7 ± 5.4 *	188.8 ± 17.5 *	95.2 ± 6.9
PtP20 cmH ₂ O 亚组	18				
1h		55.2 ± 3.6	45.1 ± 4.3	134.0 ± 15.7	90.8 ± 5.2
24h		59.2 ± 4.4 *	50.5 ± 6.9 *	211.1 ± 20.4 *	93.3 ± 4.6
48h		62.2 ± 3.4 *	55.1 ± 7.6 *	220.9 ± 30.8 *	95.5 ± 6.2
对照组					
1h	17	54.3 ± 4.0	46.0 ± 4.9	137.7 ± 16.9	89.7 ± 5.2
24h		55.3 ± 3.5	42.6 ± 5.4	154.5 ± 15.2	91.3 ± 3.7
48h		58.6 ± 3.2	38.7 ± 4.9	179.7 ± 13.9	93.4 ± 5.8

注:与对照组相同时间点比较,* $P < 0.05$

表 4 2 组患者血流动力学指标比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例	HR(次/min)	MAP(mmHg)	CVP(mmHg)	CI(L/min × m ²)
观察组					
PtP10 cmH ₂ O 亚组	19				
1h		102.3 ± 11.9	71.9 ± 6.5	9.6 ± 2.3	53.2 ± 30.1
24h		98.7 ± 12.6	66.2 ± 5.4	9.3 ± 2.5	62.1 ± 21.6
48h		99.6 ± 13.4	65.78 ± 4.75	9.38 ± 2.85	65.43 ± 34.25
PtP15 cmH ₂ O 亚组	18				
1h		99.5 ± 13.1	71.7 ± 3.6	9.5 ± 2.5	60.1 ± 26.7
24h		100.4 ± 15.9	65.4 ± 5.3	9.5 ± 2.5	55.8 ± 35.5
48h		101.9 ± 13.3	68.3 ± 4.8	9.1 ± 2.8	51.7 ± 25.4
PtP20 cmH ₂ O 亚组	18				
1h		98.8 ± 16.1	70.5 ± 4.3	9.5 ± 2.8	63.2 ± 45.0
24h		103.5 ± 12.4	60.7 ± 5.8 *	9.3 ± 3.1 *	61.7 ± 21.5
48h		99.6 ± 14.4	58.8 ± 6.5 *	9.0 ± 2.6 *	47.6 ± 24.4 *
对照组					
1h	17	100.7 ± 15.2	70.1 ± 4.5	9.6 ± 2.8	60.1 ± 24.4
24h		99.9 ± 12.5	67.7 ± 4.0	9.6 ± 2.5	61.3 ± 27.3
48h		98.8 ± 16.2	69.8 ± 4.7	9.4 ± 3.0	68.5 ± 35.4

注:与对照组相同时间点比较,* $P < 0.05$

表 5 2 组患者 R ICU 住院时间、MV 时间、28d 病死率比较

组别	例	MV 时间 (d)	RICU 住院 时间(d)	28d 病死率 (%)
观察组				
PtP10 cmH ₂ O 亚组	19	7.2 ± 3.1	11.3 ± 2.7	21.05
PtP15 cmH ₂ O 亚组	18	7.5 ± 2.9	11.8 ± 3.4	22.22
PtP20 cmH ₂ O 亚组	18	4.8 ± 1.7 *	7.5 ± 2.4 *	16.67
对照组	17	7.7 ± 3.6	10.9 ± 3.3	23.53

注:与对照组比较,* $P < 0.05$

潮气量的机械通气策略存在塌陷肺泡通气不足与功能肺泡过度扩张。有学者指出^[7],小潮气量(VT)6 mL/kg 及限制气道平台压≤30 cmH₂O 的机械通气不能显著降低 ARDS 患者的病死率。有研究表明^[8],与 12 mL/kg 的潮气量比较,小潮气量(VT)6 mL/kg 的机械通气可降低 ARDS 的病死率达 22%。由此可见,机械通气在治疗 ARDS 的同时,也是加重肺损伤的危险因素。因此在 MV 策略中选择合适的

气道压力进而指导潮气量显得尤为重要。在呼吸机上通过调整 PEEP 来获得不同的气道压力,同时气道压力又与引起肺扩张的压力相关。肺扩张的压力由机械通气时给予的 PEEP 与胸壁对肺的压力共同组成,胸壁对肺扩张的压力我们称之为 P_{tp} , PEEP 可以通过呼吸机设定生成,胸腔内压临床上一般通过检测食管中 1/3 的压力作为替代者,目前国内外达成共识的测量食管内压的方法为食管球囊测定法^[9]。

理论上,通过调整 PEEP 和测得的胸腔内压计算后获得的跨肺压可以作为指导 MV 的一项重要指标,合适的 P_{tp} 可以促使更多的萎陷肺泡打开,避免功能性肺泡过度扩张,取得两者之间的最佳平衡点,进而最大限度改善患者通气功能。张敏等^[10]以猪 ARDS 模型试验表明,通过跨肺压法设置最佳 PEEP,能够在维持肺泡开放状态的同时,减少肺炎症反应发生,预防肺损伤,达到肺保护作用。另外,国外也有动物实验表明,通过调整 PEEP,使 P_{tp} 在 27 cmH₂O 以下,指导 MV 是安全的,且在安全范围内,随着 P_{tp} 压力的增加,患者呼吸力学指标及血气分析结果得到更好的改善^[11]。有研究表明, P_{tp} 压力过高可以导致患者出现血液动力学改变,提高患者 28d 病死率,且 PEEP 的参数设定与胸腔内压的测定较为困难,临床上常常无法获得满意的跨肺压^[12]。本研究结果显示,对照组根据 ARDS 协作网的意见制定的 MV 策略对于患者呼吸功能改善无统计学差异,且对血液动力学无明显影响;观察组 3 个亚组随着 P_{tp} 的增大,患者呼吸动力学指标及血气分析结果得到明显改善,但 48 h 后 P_{tp} 20 cmH₂O 亚组血液动力学指标与对照组比较下降明显(均 $P < 0.05$);提示我们在 $P_{tp} > 20$ cmH₂O 时,虽然可以明显改善患者呼吸功能,但对血液动力学影响也较大,为心肺共同保护性策略提出了巨大挑战。本研究发现, P_{tp} 10 cmH₂O 亚组在通气 48 h 后呼吸动力学指标与血气分析结果明显优于对照组(均 $P < 0.05$),其血液动力学指标与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$);说明 P_{tp} 为 10 cmH₂O 时通气不仅可以改善氧合和呼吸力学,而且对血液动力学影响较小。说明单纯的增加 P_{tp} 引起的血液动力学改变可能与

增加肺复张力有关,加重了肺泡的剪切伤,造成了通气血流比例失调^[13]。

综上所述,通过调整 PEEP 值与测定胸腔内压设定 P_{tp} 为 10 cmH₂O 时,指导 MV 可以有效改善患者呼吸力学指标与血气分析结果,对患者血液动力学影响较小,值得临床参考。

参考文献

- 1 冉燕妮,吴彬,王兵.应用食管压与氧合法指导创伤性急性呼吸窘迫综合征患者机械通气呼气末正压选择的比较研究[J].中国呼吸与危重监护杂志,2015,14(6):565-568.
- 2 赵晓琳,杨友鹏,于久飞,等.脉搏连续心排量指导重症急性胰腺炎早期液体复苏的效果评价[J].内科急危重症杂志,2016,22(4):272-275.
- 3 Talmor DS, Fessler HE. Are esophageal pressure measurements important in clinical decision-making in mechanically ventilated patients? [J]. Respir Care, 2010, 55(2): 162-174.
- 4 Laffey JG, Bellani G, Pham T, et al. Potentially modifiable factors contributing to outcome from acute respiratory distress syndrome: the lung safe study [J]. Intensive Care Med, 2016, 42(12): 1865-1876.
- 5 中华医学会重症医学分会.急性肺损伤和急性呼吸窘迫综合征诊断和治疗指南[J].中国危重病急救医学,2006,18(12):706-710.
- 6 Rittayamai N, Brochard L. Recent advances in mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. Eur Respir Rev, 2015, 24(135): 132-140.
- 7 温德良,肖锐,熊旭明.监控跨肺压的肺保护通气策略对犬 ARDS 模型肺损伤的影响[J].中国当代医药,2016,23(19):4-8.
- 8 侯昌权,陈文凯.连续性静脉-静脉血液滤过治疗急性呼吸窘迫综合征患者炎症因子水平及动脉血气的影响[J].内科急危重症杂志,2017,23(1):37-39.
- 9 Faneli V, Vlachou A, Ghannadian S, et al. Acute respiratory distress syndrome: new definition, current and future therapeutic options [J]. J Thorac Dis, 2013, 5(3): 326-334.
- 10 张敏,颜培夏,吴晓燕,等.跨肺压法设置呼气末正压通气对急性呼吸窘迫综合征模型猪肺保护作用的研究[J].中华重症医学电子杂志,2016,2(1):50-58.
- 11 叶永顺,李文丰,刘华,等.不同水平呼气末正压对急性呼吸窘迫综合征患者血流动力学的影响[J].中国当代医药,2017,24(3):48-50.
- 12 Phua J, Badia JR, Adhikari NK, et al. Has mortality from acute respiratory distress syndrome decreased over time? A systematic review [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2009, 179(3): 220-227.
- 13 李健球,罗志辉,李晓雷,等.跨肺压指导下机械通气对 ARDS 患者呼吸功能和血流动力学的影响:一项前瞻性随机对照研究[J].中华危重病急救医学杂志,2017,29(1):39-44.

(2017-05-31 收稿 2018-08-16 修回)