

无创正压通气治疗急性呼吸窘迫综合征失败的原因分析

曾文新 江稳强 温妙云 胡北 柳学 曾红科

510080 广东广州,广东省人民医院(广东省医学科学院)急危重症医学部

通讯作者:曾红科, Email: zenghongke@vip.163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.06.013

【摘要】 目的 观察无创正压通气(NPPV)治疗急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者的临床疗效,并分析导致治疗失败的危险因素。方法 采用回顾性观察性研究方法,选择2013年1月至2015年12月广东省人民医院急诊重症加强治疗病房(EICU)收治且应用NPPV治疗的ARDS患者,根据治疗效果分为成功组和失败组。记录两组患者一般情况、ARDS分级、治疗前急性生理学与慢性健康状况评分系统II(APACHE II)评分、ARDS诱因,以及治疗前和治疗2h后心率(HR)、呼吸频率(RR)、氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)、动脉血氧分压(PaO_2)、动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)、动脉血氧饱和度(SaO_2)。采用logistic回归分析方法筛选导致NPPV治疗ARDS失败的独立危险因素。结果 共入选137例ARDS患者,排除昏迷(6例)、血流动力学不稳定(18例)、严重低氧血症(5例)及数据不完整(5例)者后,最终103例进入统计,NPPV成功组69例、失败组34例。与成功组比较,失败组患者APACHE II评分更高(分: 21.4 ± 6.2 比 19.7 ± 8.9),重度ARDS和肺内源性ARDS的患者比例更大[分别为82.4%(28/34)比5.8%(4/69)、32.4%(11/34)比8.7%(6/69),均 $P < 0.05$]。NPPV治疗前,失败组HR和RR明显高于成功组[HR(次/min): 124 ± 13 比 117 ± 12 , RR(次/min): 39 ± 5 比 33 ± 4], $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、 PaO_2 、 PaCO_2 、 SaO_2 明显低于成功组[$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa): 104 ± 10 比 156 ± 12 , PaO_2 (mmHg): 53 ± 8 比 68 ± 7 , PaCO_2 (mmHg): 31 ± 5 比 37 ± 7 , SaO_2 : 0.83 ± 0.07 比 0.91 ± 0.05 , 均 $P < 0.05$]。Logistic回归分析显示,导致NPPV治疗ARDS失败的独立危险因素包括:重度ARDS[优势比(OR)=10.533, 95%可信区间(95%CI)=5.847~89.852, $P=0.000$],肺内源性ARDS(OR=4.831, 95%CI=1.688~13.825, $P=0.003$),治疗2h后 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 140$ mmHg(OR=7.049, 95%CI=1.266~39.236, $P=0.026$)。结论 NPPV对重度ARDS和肺内源性ARDS患者治疗失败率较高;NPPV治疗2h疗效不明显者应及时切换为有创通气。

【关键词】 无创正压通气; 急性呼吸窘迫综合征; 治疗失败; 危险因素

基金项目: 国家临床重点专科建设项目(2012-649); 广东省广州市临床医学研究与转化中心试点建设项目(201508020005)

Analysis of the clinical effect of noninvasive positive pressure ventilation in the treatment of acute respiratory distress syndrome Zeng Wenxin, Jiang Wenqiang, Wen Miaoyun, Hu Bei, Liu Xue, Zeng Hongke

Department of Emergency & Critical Care Medicine, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, Guangdong, China

Corresponding author: Zeng Hongke, Email: zenghongke@vip.163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the clinical efficacy of noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) in the treatment of patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS), and to look for the predictors of failure of NPPV. **Methods** A retrospective observation was conducted. ARDS patients underwent NPPV admitted to emergency intensive care unit (EICU) of Guangdong General Hospital from January 2013 to December 2015 were enrolled. The patients were divided into success group and failure group according to the clinical efficacy. The condition of the patients in the two groups was evaluated, and ARDS classification and acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score before treatment were recorded. Etiological composition of ARDS was analyzed. The parameters, including heart rate (HR), respiratory rate (RR), oxygenation index ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2) and arterial oxygen saturation (SaO_2), were recorded before and 2 hours after the treatment of NPPV. Multivariate logistic regression analysis was conducted for predicting the independent factors inducing the failure of NPPV treatment of patients with ARDS. **Results** The data of 137 patients with ARDS were collected, excluding the followed patients, 6 with coma, 18 with hemodynamic instability, 5 with severe hypoxia, and 5 with incomplete date. Finally, a total of 103 patients entered the statistics. There were 69 patients in

NPPV success group, and 34 in failure group. Compared with success group, APACHE II score in the failure group was higher (21.4 ± 6.2 vs. 19.7 ± 8.9), the ratios of patients with severe ARDS and those induced by pulmonary infection were higher [82.4% (28/34) vs. 5.8% (4/69), 32.4% (11/34) vs. 8.7% (6/69), respectively, both $P < 0.05$]. HR and RR before NPPV in the failure group were significantly higher than those of success group [HR (bpm): 124 ± 13 vs. 117 ± 12 , RR (bpm): 39 ± 5 vs. 33 ± 4], and $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, PaO_2 , PaCO_2 , and SaO_2 were significantly lower than those of the success group [$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa): 104 ± 10 vs. 156 ± 12 , PaO_2 (mmHg): 53 ± 8 vs. 68 ± 7 , PaCO_2 (mmHg): 31 ± 5 vs. 37 ± 7 , SaO_2 : 0.83 ± 0.07 vs. 0.91 ± 0.05 , all $P < 0.05$]. It was shown by logistic regression analysis that severe ARDS [odds ratio (OR) = 10.533, 95% confidence interval (95%CI) = 5.847–89.852, $P = 0.000$], pulmonary infection resulted ARDS (OR = 4.831, 95%CI = 1.688–13.825, $P = 0.003$) and $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 140$ mmHg 2 hours after treatment (OR = 7.049, 95%CI = 1.266–39.236, $P = 0.026$) were the independent risk factors of NPPV failure for the treatment of patients with ARDS. **Conclusions** Patients with severe ARDS and pulmonary infection derived ARDS were the risk factors of failure to NPPV in ARDS. Lack of improvement in oxygenation 2 hours after NPPV is the predictor of NPPV failure and change to invasive ventilation.

【Key words】 Noninvasive positive pressure ventilation; Acute respiratory distress syndrome; Treatment failure; Risk factor

Fund program: National Key Clinical Specialist Construction Programs of China (2012–649); Pilot Project of Guangzhou Clinical Medical Research and Translational Medicine Center of Guangdong Province (201508020005)

急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 多发生于严重感染、创伤、烧伤及休克等疾病过程中, 严重威胁重症患者生命, 其发病机制主要与肺泡上皮细胞损伤和肺毛细血管内皮细胞损伤引起弥漫性肺间质及肺泡水肿有关, 病死率很高^[1-2]。无创正压通气 (NPPV) 已广泛用于治疗急性左心衰竭和慢性阻塞性肺疾病 (COPD) 引起的急性呼吸衰竭 (呼衰)^[3-4], 并成功应用于新生儿呼衰^[5]; 但在 ARDS 中的应用仍有疗效不肯定、失败率高等争议^[6-7]。收集本院急诊重症加强治疗病房 (EICU) 应用 NPPV 治疗的 ARDS 患者临床资料, 分析导致治疗失败的危险因素。

1 资料与方法

1.1 病例选择: 采用回顾性观察性研究方法, 选择 2013 年 1 月至 2015 年 12 月本院 EICU 收治的 ARDS 患者。纳入标准: 符合 2011 年第 23 届欧洲重症年会制订的柏林标准^[8]。排除标准: 意识不清、血流动力学不稳定且需较大剂量血管活性药物维持血压、气道分泌物多或频繁呕吐、有危及生命的低氧血症、无法获得完整数据资料者。

本研究遵循医学伦理学原则, 经本院伦理委员会批准, 所有治疗及检测均经患者或家属知情同意。

1.2 治疗方法: 尽早控制原发病或去除诱因; 积极控制炎症反应, 加强肺外器官功能支持治疗, 实施限制性液体管理策略, 同时尽早给予 NPPV。存在 ARDS 诱因者, 一旦出现呼吸频率 (RR) 增快, 即使脉搏血氧饱和度 (SpO_2) 正常也积极给予 NPPV, 观察患者能否自主排痰。如果呼吸窘迫及低氧得到纠正, 可以暂时固定呼吸机的模式和参数; 如患者无

法配合 NPPV, 低氧血症或呼吸窘迫无法纠正, 或吸气正压 (IPAP) > 20 cmH₂O (1 cmH₂O = 0.098 kPa), 应及时建立有效人工气道, 实施有创机械通气。

1.3 NPPV 模式选择和参数设置: 选择持续气道正压 (CPAP) 通气, 压力 6 ~ 8 cmH₂O; 适应 5 ~ 10 min 后改为自主模式 (S), IPAP 为 8 ~ 10 cmH₂O、呼气正压 (EPAP) 2 ~ 4 cmH₂O; 待患者适应后逐步递增, 最后固定在自主 / 时间 (S/T) 模式。根据潮气量 (VT)、氧合指数 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) 调整 IPAP 和 EPAP, 使 VT 尽可能保持在 8 ~ 10 mL/kg 左右。IPAP > 20 cmH₂O 则认为无创通气失败。吸入氧浓度起始为 0.60, 根据 SpO_2 及血气分析结果调整呼吸机参数, 最高可用 100% 纯氧。停用呼吸机、进食时间尽量缩短, 严重低氧者给予持续的 NPPV, 同时留置胃管行鼻饲。

1.4 观察指标: 收集临床资料, 记录 NPPV 前急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分及 NPPV 治疗前和治疗 2 h 后心率 (HR)、RR、动脉血氧饱和度 (SaO_2) 及动脉血气分析。

1.5 治疗效果判断: NPPV 治疗后 RR 明显减慢、呼吸困难明显改善、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 好转并能脱机者为治疗成功; 呼吸困难无法改善、或 IPAP > 20 cmH₂O、或 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 无好转、需建立人工气道实施有创通气者为治疗失败。

1.6 统计学方法: 应用 SPSS 13.0 软件处理数据。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用 t 检验; 计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法; 采用多因素 logistic 回归分析筛选导致 NPPV 失败的危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

表1 导致无创正压通气(NPPV)治疗急性呼吸窘迫综合征(ARDS)失败危险因素的单因素分析

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	ARDS 分级 [% (例)]			APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	ARDS 诱因 [% (例)]	
		男性	女性		轻度	中度	重度		肺内源性	肺外源性
成功组	69	38	31	58.3 ± 16.5	37.7 (26)	56.5 (39)	5.8 (4)	19.7 ± 8.9	8.7 (6)	91.3 (63)
失败组	34	21	13	64.5 ± 18.7	0 (0) ^a	17.6 (6) ^a	82.4 (28) ^a	21.4 ± 6.2 ^a	32.4 (11) ^a	67.6 (23) ^a

组别	时间	例数 (例)	HR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	RR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	PaO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	PaCO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	SaO ₂ ($\bar{x} \pm s$)
成功组	治疗前	69	117 ± 12	33 ± 4	156 ± 12	68 ± 7	37 ± 7	0.91 ± 0.05
	治疗 2 h 后	69	108 ± 14 ^b	24 ± 3 ^b	181 ± 12 ^b	80 ± 6 ^b	38 ± 7	0.95 ± 0.05 ^b
失败组	治疗前	34	124 ± 13 ^a	39 ± 5 ^a	104 ± 10 ^a	53 ± 8 ^a	31 ± 5 ^a	0.83 ± 0.07 ^a
	治疗 2 h 后	34	119 ± 15 ^a	35 ± 6 ^a	110 ± 10 ^a	58 ± 8 ^a	32 ± 6 ^a	0.86 ± 0.07 ^a

注: APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分系统 II, HR 为心率, RR 为呼吸频率, PaO₂/FiO₂ 为氧合指数, PaO₂ 为动脉血氧分压, PaCO₂ 为动脉血二氧化碳分压, SaO₂ 为动脉血氧饱和度; 1 mmHg=0.133 kPa; 与成功组同期比较, ^aP<0.05; 与本组治疗前比较, ^bP<0.05

2 结果

2.1 一般情况(表1):共入选 ARDS 患者 137 例, 排除昏迷 6 例、血流动力学不稳定 18 例、严重低氧血症 5 例, 剔除数据不完整 5 例, 最终 103 例患者进入统计分析; 其中男性 59 例, 女性 44 例; 年龄 18~78 岁, 平均(60.3 ± 17.1) 岁。NPPV 治疗成功 69 例, 均康复出院, 总成功率为 67.0%; 34 例 NPPV 失败后改为有创通气, 其中 22 例死亡, 总病死率为 21.4%。失败组重度 ARDS 的比例明显高于成功组, 死亡原因为重度 ARDS 和(或)原发病恶化。

2.2 导致 NPPV 失败危险因素的单因素分析(表1)

2.2.1 原发病:肺内源性 ARDS 17 例, 为重症肺炎患者, 其中 11 例转为有创通气。肺外源性 ARDS 86 例, 多发性创伤 15 例, 重症急性胰腺炎(SAP)13 例, 泌尿系感染 12 例, 中毒 15 例, 截肢术后 11 例, 腹腔感染 12 例, 化脓性胆囊炎 8 例; 其中 23 例转为有创通气。肺内源性 ARDS 患者 NPPV 失败率显著高于肺外源性 ARDS 患者(64.7% 比 26.7%, P<0.05)。

2.2.2 病情程度:与 NPPV 成功组比较, NPPV 失败组 NPPV 前 APACHE II 评分更高, 重度 ARDS 和肺内源性 ARDS 的患者比例更大(均 P<0.05), 而两组性别、年龄比较差异无统计学意义(均 P>0.05)。

2.2.3 HR、RR 和动脉血气:NPPV 治疗前, 失败组 HR、RR 明显高于成功组, PaO₂/FiO₂、PaO₂、PaCO₂、SaO₂ 明显低于成功组(均 P<0.05)。NPPV 治疗 2 h 后, 成功组除 PaCO₂ 外, 上述各项指标均较治疗前显著改善(均 P<0.05); 而失败组各项指标均无明显改善。

2.3 NPPV 治疗 ARDS 患者失败危险因素的 logistic 回归分析(表2):将单因素分析中有统计学意义的

指标 APACHE II 评分、是否为重度 ARDS、是否为肺内源性 ARDS 以及治疗 2 h 后 PaO₂/FiO₂ [以是否小于 140 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)转换为二分类变量] 进行 logistic 回归分析, 结果显示, NPPV 治疗 ARDS 患者失败的独立危险因素为重度 ARDS、肺内源性 ARDS 及治疗 2 h 后 PaO₂/FiO₂<140 mmHg (P<0.05 或 P<0.01)。

表2 无创正压通气(NPPV)治疗 ARDS 失败危险因素的 logistic 回归分析

危险因素	P 值	β 值	s _e	OR 值	95% CI
APACHE II 评分	0.156	0.370	0.099	1.225	0.978 ~ 1.755
重度 ARDS	0.000	4.329	0.684	10.533	5.847 ~ 89.852
肺内源性 ARDS	0.003	1.575	0.536	4.831	1.688 ~ 13.825
治疗 2 h 后 PaO ₂ /FiO ₂ <140 mmHg	0.026	3.790	0.633	7.049	1.266 ~ 39.236

注: ARDS 为急性呼吸窘迫综合征, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分系统 II, PaO₂/FiO₂ 为氧合指数, OR 为优势比, 95% CI 为 95% 可信区间; 1 mmHg=0.133 kPa

3 讨论

NPPV 治疗心源性肺水肿、COPD 及辅助有创通气的脱机疗效肯定^[9-10], 但在 ARDS 中的应用仍存在争议。随着对 ARDS 认识的不断深入, 针对不同诱因或不同程度 ARDS 是否应采取差异化治疗, 已引起人们的重视。由于 NPPV 的无创特点, 使得需机械通气患者的应用时机提前, 一旦患者出现 RR 增快, 即使 SpO₂ 可勉强维持也应尽早实施 NPPV, 这样既可降低患者呼吸做功和氧耗, 又可增加氧供、保证氧供需平衡, 同时减轻炎症反应, 改善全身器官功能, 阻止多器官功能障碍综合征(MODS)进一步

发展,有效阻止 ARDS 加重。同时 NPPV 不需要建立人工气道,可减少呼吸机相关性肺炎等并发症。

本研究分析了 103 例 ARDS 患者的临床资料,结果显示:NPPV 治疗轻、中度 ARDS 患者的成功率较高,特别对于原发病容易控制或已去除的患者,早期使用 NPPV 是有益的;重度 ARDS 患者 NPPV 的成功率较低,尤其是肺内源性 ARDS,4 例治疗成功者均为肺外源性 ARDS,原发病为泌尿系结石合并感染或感染性休克,这类病因容易控制;使用纯氧无创呼吸机也可能是这类患者治疗成功原因之一。

以往认为,ARDS 是肺部遭受直接损伤的结果,但近年来发现,各种原因引起的机体失控性炎症反应才是导致 ARDS 的根本原因,ARDS 不是孤立的疾病,而是 MODS 在肺部的表现^[11-12]。2011 年 ARDS 柏林标准将 ARDS 分为轻度、中度和重度^[8],有助于临床医师对 ARDS 作出早期诊断和病情程度的判断并实施早期干预,从而改善患者预后。传统观念认为 NPPV 并不适合 ARDS 患者,随着 ARDS 概念和分级的更新,NPPV 在 ARDS 的应用可能有新的变化。有研究显示,NPPV 治疗急性低氧性呼吸衰的效果良好^[13-14],而在 ARDS 中的报道则非常少见。本研究显示,NPPV 治疗 ARDS 是可行的,但在初始治疗阶段应筛查和选择合适的患者,从而提高 ARDS 的救治成功率;对于重度、肺内源性 ARDS 患者,可以预见其 NPPV 成功的概率相对较低,应尽早建立有效的人工气道进行有创机械通气;若应用 NPPV 治疗 2 h 后氧合仍未改善, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 140 \text{ mmHg}$ 、及早插管可能对患者更有益;除以上两种情况外,NPPV 治疗的成功率较高。

综上所述,多因素 logistic 回归分析显示:NPPV 治疗 ARDS 失败的危险因素包括重度 ARDS、肺内源性 ARDS 及治疗 2 h 后 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 140 \text{ mmHg}$ 。

参考文献

[1] 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. DOI: 10.1164/rccm.200805-722OC.

[2] 肖贞良,周菁,陈章,等.糖皮质激素治疗对急性呼吸窘迫综合征患者预后的影响[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2015, 22 (1): 83-85. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.01.38.

Xiao ZL, Zhou J, Chen Z, et al. Effects of glucocorticoids on outcome of patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2015, 22 (1): 83-85. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.01.38.

[3] 吴春风,王笑英,于泳华,等.无创通气对老年慢性阻塞性肺疾病急性加重期合并慢性左心衰竭患者心肺功能的影响[J].*中国老年学杂志*, 2013, 33 (24): 6109-6110. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2013.24.018.

Wu CF, Wang XY, Yu YH, et al. Effect of non-invasive ventilation on cardiac and pulmonary function in elderly patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease complicated with chronic left heart failure [J]. *Chin J Gerontol*, 2013, 33 (24): 6109-6110. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2013.24.018.

[4] 毕晓锋,林佩仪,江慧琳,等.两种无创通气模式治疗急性心源性肺水肿疗效比较[J].*中华急诊医学杂志*, 2012, 21 (7): 736-740. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2012.07.015.

Bi XF, Lin PY, Jiang HL, et al. Therapeutic effects of two modes of non-invasive mechanical ventilation on patients with acute cardiogenic pulmonary edema [J]. *Chin J Emerg Med*, 2012, 21 (7): 736-740. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2012.07.015.

[5] 徐莉敏,吴军华,徐敏娟,等.非侵入性呼吸道持续正压通气治疗新生儿呼吸衰竭的临床研究[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2013, 20 (1): 42-43. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2013.01.014.

Xu LM, Wu JH, Xu MJ, et al. A clinical study of noninvasive persistent positive pressure ventilation in treatment of neonatal respiratory failure [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2013, 20 (1): 42-43. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2013.01.014.

[6] Nava S, Schreiber A, Domenighetti G. Noninvasive ventilation for patients with acute lung injury or acute respiratory distress syndrome [J]. *Respir Care*, 2011, 56 (10): 1583-1588. DOI: 10.4187/respcare.01209.

[7] Agarwal R, Reddy C, Aggarwal AN, et al. Is there a role for noninvasive ventilation in acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis [J]. *Respir Med*, 2006, 100 (12): 2235-2238. DOI: 10.1016/j.rmed.2006.03.018.

[8] Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition [J]. *JAMA*, 2012, 307 (23): 2526-2533. DOI: 10.1001/jama.2012.5669.

[9] 王秀岩,徐思成,刘光明,等.有创-无创序贯性机械通气治疗急性呼吸窘迫综合征的时机探讨[J].*中华危重病急救医学*, 2014, 26 (5): 330-334. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.05.009.

Wang XY, Xu SC, Liu GM, et al. Study of timing of invasive and noninvasive sequential ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *Chin Crit Care Med*, 2014, 26 (5): 330-334. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.05.009.

[10] Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM. Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure outside clinical trials: experience at the Massachusetts General Hospital [J]. *Crit Care Med*, 2008, 36 (2): 441-447. DOI: 10.1097/01.CCM.0000300084.67277.90.

[11] Träger K, Schütz C, Fischer G, et al. Cytokine Reduction in the Setting of an ARDS-Associated Inflammatory Response with Multiple Organ Failure [J]. *Case Rep Crit Care*, 2016, 2016: 9852073. DOI: 10.1155/2016/9852073.

[12] 陈伟,陈右江,丁祥飞,等.连续性肾脏替代治疗在腹腔脓毒症合并急性呼吸窘迫综合征中的应用[J].*中国急救医学*, 2013, 33 (5): 404-407. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2013.5.005.

Chen W, Chen YJ, Ding XF, et al. Clinical application of continuous renal replacement therapy to the patients with peritoneal sepsis and acute respiratory distress syndrome [J]. *Chin J Crit Care Med*, 2013, 33 (5): 404-407. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2013.5.005.

[13] 高宝安,丁琳,詹庆元,等.无创正压通气治疗急性低氧性呼吸衰竭前瞻性队列研究[J].*中华危重病急救医学*, 2009, 21 (10): 579-582. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.10.003.

Gao BA, Ding L, Zhan QY, et al. Non-invasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a prospective cohort study [J]. *Chin Crit Care Med*, 2009, 21 (10): 579-582. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.10.003.

[14] 张鑫,王慧娟,磨国鑫,等.无创正压通气治疗免疫抑制合并急性呼吸衰竭患者的临床分析[J].*中华危重病急救医学*, 2011, 23 (9): 530-533. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.09.004.

Zhang X, Wang HJ, Mo GX, et al. Clinical analysis of non-invasive positive pressure ventilation in immunocompromised host with acute respiratory failure [J]. *Chin Crit Care Med*, 2011, 23 (9): 530-533. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.09.004.

(收稿日期:2016-03-08)

(本文编辑:孙茜,李银平)