

经鼻高流量氧疗与无创正压通气治疗创伤相关性肺损伤的临床对比研究

毛越 窦琳

天津市第一中心医院重症医学科, 天津 300192

通信作者: 窦琳, Email: 45351761@qq.com

【摘要】目的 比较经鼻高流量氧疗(HFNC)与无创正压通气(NIPV)在创伤相关性肺损伤的患者中的临床疗效,探讨 HFNC 在创伤相关性肺损伤中的临床应用价值。**方法** 采用前瞻性随机对照研究方法,选取天津市第一中心医院重症医学科 2017 年 3 月至 2020 年 3 月收治的创伤合并急性肺损伤常规吸氧得不到改善患者作为研究对象。采用计算机随机软件将患者随机分为 HFNC 组和 NIPV 组,每组 86 例。对比两组患者的一般资料,观察两组患者氧疗后 1、12、24、48 h 的呼吸频率(RR)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、氧合指数(PaO₂/FiO₂)等指标,以及两组患者机械通气时间、28 d 内气管插管率、重症监护病房(ICU)住院时间、病死率及对氧疗的舒适度等。**结果** 两组患者性别、年龄等一般资料对比差异均无统计学意义。两组各时间点 RR、PaCO₂ 均较治疗前明显下降,且 HFNC 组各时间点 RR、PaCO₂ 均低于 NIPV 组[1、12、24、48 h RR(次/min)分别为 18.81±4.32 比 19.49±3.75、16.71±4.22 比 17.26±3.73、15.66±4.19 比 15.87±3.42、18.84±4.33 比 19.44±3.67, PaCO₂(mmHg, 1 mmHg≈0.133 kPa)分别为 46.40±6.88 比 48.06±6.79、45.80±6.94 比 47.25±6.86、44.90±6.76 比 46.23±6.68、43.85±7.02 比 45.23±6.77],但差异均无统计学意义(均 P>0.05);两组患者的 PaO₂/FiO₂ 均较治疗前明显升高,但 HFNC 组 PaO₂/FiO₂ 与 NIPV 组比较差异无统计学意义(P>0.05)。HFNC 组机械通气时间和 ICU 住院时间均明显低于 NIPV 组[机械通气时间(d):7.86±2.17 比 9.38±1.79, ICU 住院时间(d):13.06±1.66 比 14.79±2.12,均 P<0.05],舒适度评分明显高于 NIPV 组(分:5.05±1.79 比 3.17±1.61, P<0.05);HFNC 组 28 d 内的气管插管率及病死率均低于 NIPV 组[气管插管率为 29.1%(25 例)比 31.4%(27 例),病死率为 11.6%(10 例)比 14.0%(12 例)],但差异均无统计学意义(均 P>0.05)。**结论** HFNC 可以提高患者氧含量,减轻呼吸困难,缩短患者 ICU 住院时间、机械通气时间,提高舒适度,是 NIPV 较好的替代治疗手段。

【关键词】 创伤; 经鼻高流量氧疗; 无创正压通气; 急性肺损伤

基金项目: 国家健康委科教司“技术推广扶贫”试点项目([2019]223 号)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.06.005

Comparison study of clinical treatment of patients with trauma-associated acute lung injury treated by high-flow nasal cannula oxygen therapy and non-invasive positive pressure ventilation Mao Yue, Dou Lin

Department of Critical Care Medicine, Tianjin First Central Hospital, Tianjin 300192

Corresponding author: Dou Lin, Email: 45351761@qq.com

【Abstract】Objective To compare the clinical efficacy of transnasal high-flow nasal cannula oxygen therapy (HFNC) and non-invasive positive pressure ventilation (NIPV) in patients with trauma-related lung injury, and to explore the clinical application value of HFNC in trauma-related lung injury. **Methods** A prospective randomized controlled study method was used to select patients with trauma and acute lung injury in the department of critical care medicine, Tianjin First Central Hospital from March 2017 to March 2020, who were not improved by routine oxygen inhalation as the research objects. Using computer random software, patients were randomly divided into HFNC group and NIPV group, with 86 cases in each group. Compare the general data of the two groups of patients, observe the respiratory rate (RR), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂), oxygenation index (PaO₂/FiO₂), and other indicators of the two groups after 1, 12, 24, and 48 hours of oxygen therapy; the duration of mechanical ventilation, the rate of tracheal intubation within 28 days, the length of stay in the intensive care unit (ICU), the mortality and the comfort of oxygen therapy in the group. **Results** There was no statistically significant difference in general data such as gender and age between the two groups. The RR and PaCO₂ at each time point in the two groups were significantly lower than those before treatment, and the RR and PaCO₂ at each time point in the HFNC group were lower than those in the NIPV group [1, 12, 24, 48 hours RR (times/min) were 18.81±4.32 vs. 19.49±3.75, 16.71±4.22 vs. 17.26±3.73, 15.66±4.19 vs. 15.87±3.42, 18.84±4.33 vs. 19.44±3.67; PaCO₂ (mmHg, 1 mmHg≈0.133 kPa) were 46.40±6.88 vs. 48.06±6.79, 45.80±6.94 vs. 47.25±6.86, 44.90±6.76 vs. 46.23±6.68, 43.85±7.02 vs. 45.23±6.77; all P > 0.05]. PaO₂/FiO₂ of the two groups were significantly higher than those before treatment, but there was no statistically significant difference in PaO₂/FiO₂ between the HFNC group and the NIPV group (P > 0.05). The mechanical ventilation time and the length of ICU stay in the HFNC group were significantly lower than those in the NIPV group [Mechanical ventilation time (days):

7.86 ± 2.17 vs. 9.38 ± 1.79, the length of ICU stay (days): 13.06 ± 1.66 vs. 14.79 ± 2.12, both $P < 0.05$]; the comfort score was significantly higher than that of the NIPV group (5.05 ± 1.79 vs. 3.17 ± 1.61, $P < 0.05$); the tracheal intubation rate and mortality within 28 days of the HFNC group were lower than those of the NIPV group [tracheal intubation rate: 29.1% (25 cases) vs. 31.4% (27 cases), the mortality: 11.6% (10 cases) vs. 14.0% (12 cases)], but there were no statistically significant differences among these indexes (all $P > 0.05$). **Conclusions** HFNC can increase the patient's oxygen content, relieve dyspnea, shorten the length of ICU stay, mechanical ventilation time, and improve comfort. It is a better alternative treatment for NIPV.

【Key words】 Trauma; High-flow nasal cannula oxygen therapy; Non-invasive positive pressure ventilation; Acute lung injury

Fund program: the "Technology Promotion Poverty Alleviation" Pilot Project of Department of Science and Education of the National Health Commission (2019-223)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.06.005

急性肺损伤 (ALI) 是指患者在非心源性致病因素作用下,引起肺气体交换功能急剧下降,临床表现为呼吸窘迫、进行性低氧血症,影像学上表现为双肺渗出性病变或实变,是创伤常见的并发症^[1]。在控制创伤和感染的前提下,有效的氧疗至关重要。目前临床上主要的氧疗措施,包括传统氧气疗法(鼻导管和面罩吸氧)、无创正压通气(NIPV)和有创机械通气等。对于早期尚未气管插管、行有创机械通气的创伤患者,一般采用无创氧疗方式,如鼻导管、面罩吸氧,但这些方式供氧量受限、吸氧体积分数不恒定、吸入气体干燥,患者耐受性差,故影响治疗效果^[2-3]。NIPV 治疗可提供呼气末正压(PEEP)及较高的氧浓度,可改善患者氧合,预防肺不张,减轻炎症渗出^[4]。但 NIPV 的耐受性较差,易导致腹胀、误吸、反流以及口干等不适^[5]。经鼻高流量氧疗(HFNC)是近年来临床上新型的氧疗方法,其优点为供氧浓度高、温暖湿润,患者耐受性好,在临床中得到越来越广泛的应用。有研究表明,通过对比急性呼吸衰竭患者应用 HFNC 与 NIPV 的临床疗效,发现两者均可明显改善患者氧合,且 HFNC 患者具有更好的耐受性^[6]。而有关 HFNC 对创伤相关性肺损伤的研究相对较少,故本研究通过比较 HFNC 与 NIPV 对创伤相关性肺损伤患者的不同治疗结果,来研究两种治疗方式之间的差异,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 采用前瞻性随机对照研究方法,选取天津市第一中心医院 2017 年 3 月至 2020 年 3 月收治的创伤合并 ALI 常规吸氧得不到改善患者作为研究对象。入选患者年龄 18 ~ 80 岁;有明确胸部创伤史,受伤前均体健,创伤合并 ALI,常规吸氧得不到有效改善者。常规吸氧 (<10 L/min) 后满足以下指征中 1 项即行 HFNC 或 NIPV: 呼吸频率 (RR) >35 次/min; 100 mmHg < 氧合指数 (PaO₂/FiO₂) <

300 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa)。排除不具备创伤史,入院时生命体征不稳定,开放性胸外伤,合并颅脑损伤、腹腔器官破裂、骨盆骨折及其他器官功能不全,孕产妇,需开胸探查手术及其他部位手术治疗,急需气管插管、行有创呼吸机辅助呼吸者,口腔或鼻腔畸形、颌面外伤,意识不清不能配合 NIPV 者。**1.2 伦理学:** 本研究符合医学伦理学标准,经天津市第一中心医院伦理委员会审核批准(审批号: 2017N083KY),所有患者签署知情同意书。

1.3 分组及治疗方法: 采用计算机随机软件将患者随机分为 HFNC 组和 NIPV 组。两组患者入院后均给予常规治疗,包括抗感染、化痰、吸痰、补充血容量、抗休克治疗和相应的氧疗措施等,必要时给予糖皮质激素、镇痛和镇静治疗以及胸腔闭式引流术。当患者经 HFNC 或 NIPV 无法满足需求时改为气管插管、行有创机械通气。气管插管指征: ① 意识障碍,咳嗽无力,不能自主清除上呼吸道分泌物; ② PaO₂/FiO₂ 持续下降,动脉血二氧化碳分压 (PaCO₂) 进行性升高,血流动力学不稳定; ③ 呼吸、心搏骤停。HFNC 起始吸入氧浓度 (FiO₂) 为 1.00,气流量 50 L/min,之后逐步减少吸入氧体积分数,患者目标脉搏血氧饱和度 (SpO₂) ≥ 0.95; NIPV 呼吸机为美国伟康公司的无创双水平正压通气 (BIPAP) 呼吸机 (S/T-D30 型),起始参数: ST 模式, PEEP 5 cmH₂O (1 cmH₂O ≈ 0.098 kPa),吸气压力 15 cmH₂O,调整通气压力使潮气量维持在 7 ~ 10 mL/kg,目标 SpO₂ ≥ 0.95。

1.4 观察指标: ① 一般资料包括性别、年龄、急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)、治疗前平均动脉压 (MAP)、RR、PaCO₂、PaO₂/FiO₂。② 患者接受相应氧疗后 1、12、24、48 h 的 RR、PaCO₂ 及 PaO₂/FiO₂。③ 采用视觉模拟评分法 (VAS) 及面部表情疼痛量表 (FPS-R) 评价患者疼痛情况,分数为 0 分表示无痛,分数为 10 分为最痛,分数越高提示

越痛,根据患者从 FPS-R 中的选择来评价患者舒适度。④ 两组患者机械通气时间、28 d 内的气管插管率、重症监护病房 (ICU) 住院时间、28 d 病死率等。

1.5 统计学方法:应用 SPSS 21.0 统计软件进行数据处理。计量资料采用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示;定量数据比较采用 *t* 检验,计数资料分析采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同氧疗方式两组患者基本情况比较(表 1):共观察 246 例患者,其中 68 例不符合纳入标准,纳入 178 例,采用计算机随机软件将患者进行随机分组, HFNC 组 89 例, NIPV 组 89 例,两组中均有 3 例患者因入院后实施紧急气管插管而退出该试验,最终纳入 172 例患者,每组 86 例。

172 例创伤合并 ALI 患者中,男性 99 例,女性 73 例,平均年龄 (44.79 ± 14.16) 岁。致伤原因:车祸伤 78 例,高空坠落伤 42 例,挤压伤 37 例,其他 15 例。HFNC 组致伤原因:车祸伤 42 例,高空坠落伤 18 例,挤压伤 20 例,其他 6 例; NIPV 组致伤原因:车祸伤 36 例,高空坠落伤 24 例,挤压伤 17 例,其他 9 例。两组一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.2 不同氧疗方式两组 RR、血气分析比较(表 2):氧疗后 48 h 内,两组各时间点 RR、PaCO₂ 均较治疗前明显下降。HFNC 组各时间点 RR、PaCO₂ 均低于 NIPV 组,但差异无统计学意义(均 $P > 0.05$); 两组各时间点 PaO₂/FiO₂ 均较治疗前明显升高,从相应氧疗 24 h 起, HFNC 组 PaO₂/FiO₂ 高于 NIPV 组,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 不同氧疗方式两组患者 28 d 内气管插管率、ICU 住院时间、机械通气时间、28 d 病死率及舒适度比较(表 3): HFNC 组机械通气时间、ICU 住院时间均短于 NIPV 组,舒适度评分也高于 NIPV 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); HFNC 组 28 d 内的气管插管率及病死率均低于 NIPV 组,但差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

表 2 不同氧疗方式两组创伤相关性肺损伤患者氧疗后各时间点 RR 和血气分析比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	RR (次/min)			
		1 h	12 h	24 h	48 h
HFNC 组	86	18.81 ± 4.32	16.71 ± 4.22	15.66 ± 4.19	18.84 ± 4.33
NIPV 组	86	19.49 ± 3.75	17.26 ± 3.73	15.87 ± 3.42	19.44 ± 3.67
<i>t</i> 值		1.092	1.072	0.358	0.987
<i>P</i> 值		0.277	0.285	0.721	0.325

组别	例数(例)	PaCO ₂ (mmHg)			
		1 h	12 h	24 h	48 h
HFNC 组	86	46.40 ± 6.88	45.80 ± 6.94	44.90 ± 6.76	43.85 ± 7.02
NIPV 组	86	48.06 ± 6.79	47.25 ± 6.86	46.23 ± 6.68	45.23 ± 6.77
<i>t</i> 值		1.590	1.382	1.302	1.318
<i>P</i> 值		0.114	0.169	0.195	0.189

组别	例数(例)	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg)			
		1 h	12 h	24 h	48 h
HFNC 组	86	220.16 ± 11.51	231.76 ± 12.22	252.61 ± 11.05	253.29 ± 11.26
NIPV 组	86	222.51 ± 12.79	232.18 ± 13.46	250.31 ± 13.65	250.11 ± 12.54
<i>t</i> 值		-1.265	-0.218	1.215	1.746
<i>P</i> 值		0.208	0.827	0.226	0.083

注: HFNC 为经鼻高流量氧疗, NIPV 为无创正压通气, RR 为呼吸频率, PaCO₂ 为动脉血二氧化碳分压, PaO₂/FiO₂ 为氧合指数; 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

表 3 不同氧疗方式两组患者机械通气等指标比较

组别	例数(例)	机械通气时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	ICU 住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	舒适度评分 (分, $\bar{x} \pm s$)
HFNC 组	86	7.86 ± 2.17	13.06 ± 1.66	5.05 ± 1.79
NIPV 组	86	9.38 ± 1.79	14.79 ± 2.12	3.17 ± 1.61
<i>t</i> 值		5.014	5.920	7.238
<i>P</i> 值		<0.01	<0.01	<0.01

组别	例数(例)	气管插管率 [% (例)]	28 d 病死率 [% (例)]
HFNC 组	86	29.1 (25)	11.6 (10)
NIPV 组	86	31.4 (27)	14.0 (12)
χ^2 值		0.110	0.208
<i>P</i> 值		0.740	0.648

注: HFNC 为经鼻高流量氧疗, NIPV 为无创正压通气, ICU 为重症监护病房

3 讨论

严重创伤可导致 ALI, 主要表现为通气换气功能障碍和低氧血症。因此, 改善患者的缺氧状态成为治疗的关键。传统的替代氧疗设备如 NIPV, 虽然疗效尚可, 但也存在一系列弊端, 如耐受性差。NIPV 并不能减少气管插管率和病死率, 还存在许多并发

表 1 两组创伤相关性肺损伤患者一般情况比较

组别	例数(例)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	MAP (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	RR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	PaCO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)
			男性	女性					
HFNC 组	86	44.19 ± 15.10	51	35	13.39 ± 2.31	65.23 ± 11.54	20.82 ± 4.66	49.18 ± 6.73	217.93 ± 11.72
NIPV 组	86	43.40 ± 13.24	48	38	13.54 ± 2.38	67.19 ± 11.38	20.60 ± 3.64	49.33 ± 7.07	217.98 ± 12.86
<i>t</i> / χ^2 值		0.365	0.214	0.408	1.120	0.346	-0.146	-0.029	
<i>P</i> 值		0.716	0.643	0.684	0.264	0.730	0.884	0.977	

注: HFNC 为经鼻高流量氧疗, NIPV 为无创正压通气, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, MAP 为平均动脉压, RR 为呼吸频率, PaCO₂ 为动脉血二氧化碳分压, PaO₂/FiO₂ 为氧合指数; 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

症,甚至会影响血流动力学^[7]。近年来, HFNC 被越来越广泛地应用于治疗肺部疾病,目前已广泛应用于急性呼衰、急性心力衰竭(心衰)、睡眠呼吸暂停、慢性气道疾病和支气管镜检查等,近年来在肺移植术后及支气管镜检查等方面亦有报道^[8]。国内外一些研究已经证实, HFNC 较 NIPV 能够精确调控氧流量,大大提高患者的舒适性和依从性。

本研究结果显示, HFNC 及 NIPV 均可显著提高患者的 PaO₂/FiO₂,但两组间差异无统计学意义。两组患者氧疗后各时间点 RR 及 PaCO₂ 均显著下降,但差异均无统计学意义。提示 HFNC 及 NIPV 均可改善患者氧合,减轻呼吸困难,改善呼吸参数。Lengelet 等^[9]对于呼吸衰竭的急诊患者应用 HFNC 的研究提示, HFNC 可以减轻急性呼吸衰竭患者的呼吸困难症状,改善相关呼吸参数。

本研究中创伤相关性肺损伤患者胸痛往往抑制咳嗽和排痰动作,痰液及呼吸道分泌物不能有效排出,而 HFNC 中湿化氧气供给促进气道黏膜上的纤毛运动,湿化气道中的痰液,提高患者的舒适度和耐受性。两组的舒适度评分的显著差异已经证实了这一点。HFNC 并不能降低患者的气管插管率和病死率,但可以改善患者的舒适度^[10]。

以上结果与 HFNC 的特点有关: HFNC 可以产生一定的肺膨胀压力并促进肺泡复张,其稳定的吸氧浓度具有 PEEP 效应,可以提高患者的氧合水平^[11]。持续高流量气流的吸入可以冲洗、解剖无效腔,降低 PaCO₂ 水平,从而降低无效腔通气。温暖湿润的氧气可减低鼻腔阻力、减轻黏膜炎症、减少气道收缩,改善黏膜纤毛清除率^[12-13];使痰液充分湿化易于咳出,降低肺炎发生的风险,预防肺不张,改善患者氧合^[14]。HFNC 通过提供符合生理所需的氧气,节省了患者主动保湿、加温所需的能量做功。HFNC 机械支撑气道,提供符合患者吸气流量的流速,降低与鼻咽相关的吸气阻力,减少患者呼吸做功^[15]。减少吸气相时下腔静脉塌陷,增加患者的舒适度。

由于应用 HFNC 的患者具有更好的舒适性和耐受性,因此更易出现使用时间不当、设备更换不及时或插管时机延误等情况^[16],从而增加病死率,应引起注意。

综上所述, HFNC 可以改善患者氧合,减轻呼吸困难,缩短患者 ICU 住院时间,提高舒适度,对于创

伤相关性肺损伤患者 HFNC 可以用作 NIPV 的较好替代氧疗方式,有其自身优势。本研究尚存在一定局限性,由于本研究为单中心研究,患者样本较少,还需扩大有效样本量进一步验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Fanelli V, Ranieri VM. Mechanisms and clinical consequences of acute lung injury [J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2015, 12 Suppl 1: S3-S8. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201407-340MG.
- [2] Coudroy R, Jamet A, Petua P, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy versus noninvasive ventilation in immunocompromised patients with acute respiratory failure: an observational cohort study [J]. *Ann Intensive Care*, 2016, 6 (1): 45. DOI: 10.1186/s13613-016-0151-7.
- [3] Fraser JF, Spooner AJ, Dunster KR, et al. Nasal high flow oxygen therapy in patients with COPD reduces respiratory rate and tissue carbon dioxide while increasing tidal and end-expiratory lung volumes: a randomised crossover trial [J]. *Thorax*, 2016, 71 (8): 759-761. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2015-207962.
- [4] Bello G, De Pascale G, Antonelli M. Noninvasive ventilation: practical advice [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2013, 19 (1): 1-8. DOI: 10.1097/MCC.0b013e32835c34a5.
- [5] Lin CY, Yu HP, Fan HZ, et al. The efficacy of noninvasive ventilation in managing postextubation respiratory failure: a meta-analysis [J]. *Heart Lung*, 2014, 43 (2): 99-104. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2014.01.002.
- [6] Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372 (23): 2185-2196. DOI: 10.1056/NEJMoa1503326.
- [7] Gay PC. Complications of noninvasive ventilation in acute care [J]. *Respir Care*, 2009, 54 (2): 246-257.
- [8] 蒋翠霞. 血浆脑钠肽前体和降钙素原水平检测在机械通气脱机中的应用分析 [J]. *实用检验医师杂志*, 2016, 8 (2): 103-105. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2016.02.012.
- [9] Lenglet H, Sztrymf B, Leroy C, et al. Humidified high flow nasal oxygen during respiratory failure in the emergency department: feasibility and efficacy [J]. *Respir Care*, 2012, 57 (11): 1873-1878. DOI: 10.4187/respcare.01575.
- [10] Monro-Somerville T, Sim M, Ruddy J, et al. The effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy on mortality and intubation rate in acute respiratory failure: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Crit Care Med*, 2017, 45 (4): e449-e456. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002091.
- [11] 庄金强, 潘纯, 杨毅. 高流量氧疗: 临床值得关注的问题 [J/CD]. *中华重症医学电子杂志*, 2016, 2 (4): 240-243. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-1537.2016.04.003.
- [12] 滕洪云, 杨万杰, 王玉梅, 等. 经鼻高流量湿化氧疗在爆震伤患者中的应用 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2016, 23 (3): 287-290. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.03.016.
- [13] 吴都, 潘金波. 综合 ICU 气管切开患者并发下呼吸道感染的影响因素分析及预防对策 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2016, 23 (5): 453-457. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.05.002.
- [14] 吕姗, 安友仲. 主动湿化的经鼻高流量氧疗在成人患者中的应用 [J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28 (1): 84-88. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.01.018.
- [15] 罗裕峰, 瞿嵘, 凌云, 等. 中国首例输入性中东呼吸综合征患者经鼻高流量氧疗的效果观察 [J]. *中华危重病急救医学*, 2015, 27 (10): 841-844. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.10.012.
- [16] Carrillo A, Gonzalez-Diaz G, Ferrer M, et al. Non-invasive ventilation in community-acquired pneumonia and severe acute respiratory failure [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38 (3): 458-466. DOI: 10.1007/s00134-012-2475-6.

(收稿日期: 2020-07-15)