

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.11.021

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220227.0952.002.html\(2022-02-28\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220227.0952.002.html(2022-02-28))

有创 ETI-MV 后 HFNC 与 NIPPV 治疗老年 COPD 合并呼吸衰竭的临床效果分析*

胡佚凡,高锦,李娜,阎京京,王婷,刘春红,韩彩霞,杨侠[△]

(西安交通大学第二附属医院呼吸与危重症医学科 710004)

[摘要] **目的** 探讨老年慢性阻塞性肺疾病(COPD)合并呼吸衰竭患者有创气管插管机械通气(ETI-MV)后应用经鼻高流量氧疗(HFNC)与无创正压通气(NIPPV)治疗的临床效果。**方法** 选取该院2019年12月至2021年3月收治的COPD急性加重期(AECOPD)合并急性呼吸衰竭(ARF)的老年患者60例,采用简单化数字随机法将患者分为观察组和对照组,每组各30例,两组患者均以ETI-MV为起始呼吸支持方式,拔管后观察组给予HFNC呼吸支持,对照组给予NIPPV呼吸支持,观察比较两组患者生命体征、血气分析及临床结局情况。**结果** 观察组患者在拔管后2、24 h呼吸频率高于对照组,拔管后24、72 h动脉血氧分压(PaO₂)水平低于对照组,拔管后7 d动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)水平高于对照组,两组患者上述指标比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。观察组患者7 d再插管率高于对照组(33.33% vs. 6.67%, $P < 0.05$),不耐受率低于对照组(6.67% vs. 43.33%, $P < 0.05$),鼻面部皮损及腹胀气等并发症总发生率低于对照组(0 vs. 26.67%, $P < 0.05$)。**结论** HFNC有较高的适用性和舒适度,适用于不耐受和口鼻皮肤不宜应用者;但NIPPV在AECOPD合并ARF老年患者中的应用效果更具优势。

[关键词] 慢性阻塞性肺疾病;急性呼吸衰竭;气管插管机械通气;无创正压通气;高流量氧疗**[中图分类号]** R459.6**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2022)11-1908-04

Analysis on clinical effect of HFNC and NIPPV after invasive ETI-MV in treating senile chronic obstructive pulmonary disease complicating respiratory failure*

HU Yifan, GAO Jin, LI Na, YAN Jingjing, WANG Ting,

LIU Chunhong, HAN Caixia, YANG Xia[△]

(Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710004, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy (HFNC) and non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) after invasive endotracheal intubation mechanical ventilation(ETI-MV) in senile chronic obstructive pulmonary (COPD) complicating respiratory failure. **Methods** Sixty elderly patients with COPD complicating acute respiratory failure (ARF) in this hospital from December 2019 to March 2021 were selected and randomly divided into the observation group and control group according to the simplified digital method, 30 cases in each group. Both groups used ETI-MV as the initial respiratory support method. The observation group was given the HFNC support after extubation. The control group was given the NIPPV respiratory support. The differences in vital signs, blood gas analysis and clinical outcome were observed and compared between the two groups. **Results** The respiratory rate at 2, 24 h after extubation in the observation group was higher than that in the control group ($P < 0.05$). The PaO₂ level at 24, 72 h after extubation in the observation group was lower than that in the control group ($P < 0.05$). The PaCO₂ level on 7 d after extubation in the observation group was higher than that in the control group, and the comparison of above indicators between the two groups showed statistical difference ($P < 0.05$). The rate of re-intubation in the observation group was higher than that in the control group (33.33% vs. 6.67%, $P < 0.05$), the intolerance rate was lower than that in the control group (6.67% vs. 43.33%, $P < 0.05$). The total

* 基金项目:2021年陕西省重点研发计划一般项目(2021SF-039)。 作者简介:胡佚凡(1982—),主管护士,本科,主要从事呼吸与危重症研究。 [△] 通信作者, E-mail:284978925@qq.com。

incidence rate of nasal and facial skin lesions and abdominal distension was lower than that in the control group (0 vs. 26.67%, $P < 0.05$). **Conclusion** HFNC has higher applicability and comfort level, is suitable for the patients with intolerance and oral and nasal skin inadvisable. But the application effect of NIPPV in the elderly patients with AECOPD complicating ARE has more advantages.

[Key words] chronic obstructive pulmonary disease; acute respiratory failure; endotracheal intubation mechanical ventilation; non-invasive positive pressure ventilation; high-flow oxygen therapy

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是老年人常见的高致死率慢性疾病,当 COPD 患者发生呼吸道感染或吸烟、粉尘吸入等,可出现 COPD 急性加重期(acute exacerbation of COPD, AECOPD),严重者可出现急性呼吸衰竭(acute respiratory failure, ARF),从而需要给予气管插管机械通气(endotracheal intubation mechanical ventilation, ETI-MV)进行救治。无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NIPPV)是 ETI-MV 在达到拔除气管插管后传统呼吸支持技术,其不仅可以快速改善 AECOPD 合并 ARF 患者的氧合,同时能够有效改善患者的呼吸肌疲劳情况,从而改善患者肺功能水平^[1]。但是随着 NIPPV 在临床的广泛应用,其存在的问题也受到了临床的关注,包括对重型 ARF 患者临床效果不佳、面部压迫导致的皮肤损伤、肠胃胀气及很多老年人出现的幽闭感等^[2]。经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC)是近年来新兴的氧疗方式,其通过对高流量空氧混合气体加湿加热后,经过鼻导管无创给氧的方式,从新生儿应用到成年人应用日益活跃^[3]。有研究表明, HFNC 对 AECOPD 合并 ARF 患者 ETI-MV 拔管后应用的耐受度明显优于 NIPPV^[4],但其应用效果,目前仍存在极大的争议。本研究旨在通过对比 HFNC 及 NIPPV 在 AECOPD 合并 ARF 患者中应用的临床结局,分析两种呼吸支持治疗的效果及应用思路,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取本院 2019 年 12 月至 2021 年 3 月收治的 AECOPD 合并 ARF 的老年患者 60 例,患者均符合 AECOPD 及 ARF 相关诊断标准^[5]。纳入标准:(1)年龄 60 岁以上;(2)ETI-MV 为最初的支持呼吸治疗方法;(3)对本研究知情同意。排除标准:(1)合并有恶性肿瘤、急性心脑血管疾病、免疫抑制等合并症者;(2)存在面部或呼吸道损伤(如气管切开),无法进行或不接受 NIPPV 或 HFNC 治疗者;(3)姑息治疗或过程中放弃治疗者;治疗过程中进展出现新的呼吸道感染者。采用简单化数字随机法将 60 例患者分为观察组和对照组,每组 30 例。该方案经本院伦理委员会审核批准,所有患者均自愿加入且签署知情同意书。两组患者基线资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者基线资料比较($n = 30$)

项目	观察组	对照组	χ^2/t	P
性别[n(%)]			0.089	>0.05
男	22(73.33)	23(76.67)		
女	8(26.67)	7(23.33)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	67.90 ± 4.60	68.40 ± 5.10	0.314	>0.05
COPD 病程($\bar{x} \pm s$, 年)	15.30 ± 5.50	14.90 ± 5.90	0.298	>0.05
基础疾病[n(%)]			0.533	>0.05
心血管疾病	8(26.67)	9(30.00)		
脑血管疾病	3(10.00)	2(6.67)		
糖尿病	6(20.00)	5(16.67)		
肝病	4(13.33)	5(16.67)		
肾病	5(16.67)			

1.2 方法

1.2.1 ETI-MV

两组患者入选时均采用 ETI-MV 为起始呼吸支持方式。插管前先对口腔进行检查,排除口腔内异物存在,插管操作前给予小剂量的地西洋予以镇静,气管插管型号选择 7.0~8.0 号,喉镜选择浙江优亿医疗器械公司生产的成人喉镜。规范操作完成之后,听诊复查气管插管的位置并调整深度进行固定。机械通气采用同步间歇指令通气(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV)/压力支持通气(pressure support ventilation, PSV)模式,设置参数潮气量为 8 mL/kg,支持压力设置为 6~14 cm H₂O,呼吸末正压通气(positive end-expiratory pressure, PEEP)设置为 5~10 cm H₂O,最小氧浓度,确保脉搏血氧饱和度(SpO₂) ≥ 92%。拔管时机参照支气管-肺部感染控制窗判断标准^[6],由同一组高年资医师判断。

1.2.2 NIPPV

对照组患者拔管后采用 NIPPV 呼吸支持,呼吸机选择美国 Philips 公司生产的 V60 呼吸机,初始 PEEP 设置为 4 cm H₂O,设置吸气压力为 10 cm H₂O,目标潮气量 8 mL/kg。之后观察患者体征及血气分析相关指标水平进一步调整。对照组患者在拔管之后尽量持续应用 NIPPV,如果出现不耐受情况,可间接给予开放式面罩氧疗,提高耐受性。

1.2.3 HFNC

观察组拔管后采用 HFNC 呼吸支持,设备选择新西兰 Fisher & Paykel 公司生产的 HFNC 氧疗机,应用前进行加热,设置初始气体流量为 30 L/min,之后逐步增大至 50 L/min 左右,至患者可耐受的最大值。

拔管后患者持续应用 HFNC,如不可耐受,则给予间歇应用开放式面罩,以提高耐受度。

1.2.4 终止重新插管条件

两组患者采用 NIPPV 或 HFNC 的呼吸支持中,是否需要终止重新进行 ETI-MV 治疗,由同一组高年资医师进行决策,决策标准^[7]:(1)动脉血氧分压(PaO_2) <60 mm Hg;(2)pH <7.2 ,且动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)上升;(3)突发心跳停止或呼吸停止;(4)意识障碍或呼吸抑制;(5)代谢性酸中毒。如出现以上一项,则立即终止。

1.2.5 观察指标

观察比较两组患者一般资料、拔管前及拔管后 7 d 内生命体征及血气分析改善情况;比较两组序贯治疗耐受程度及 7 d 再插管率、并发症发生情况。其中生命体征主要包括体温、呼吸频率、心率;血气分析主要观察 pH、 PaO_2 、 PaCO_2 水平;间歇应用开放式面罩或停止序贯治疗视为不耐受;并发症主要包括鼻面皮肤压伤、胃胀气等。

1.3 统计学处理

采用 SPSS22.0 统计软件对数据进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验。计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验。对重复监测的各项指标,采用重复测量设计的方差分析进行时间效应、处理效应、交互效应分析。统计检验水准 $\alpha = 0.05$,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者拔管前、后生命体征相关指标比较

观察组在拔管后 2、24 h 的呼吸频率高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组患者其他时间点的体温、呼吸频率、心率各指标比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.2 两组患者治疗前、后血气分析相关指标比较

观察组在拔管后 24、72 h 的 PaO_2 水平低于对照组,拔管后 7 d 的 PaCO_2 水平高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组患者其他时间点的 pH、 PaO_2 、 PaCO_2 比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 2 两组患者拔管前、后生命体征相关指标比较($\bar{x} \pm s, n = 30$)

时间	体温(°C)		呼吸频率(次/分钟)		心率(次/分钟)	
	观察组	对照组	观察组	对照组	观察组	对照组
拔管前	36.82±0.54	36.64±0.62	21.53±3.14	21.49±3.25	88.67±12.34	89.31±11.76
拔管后 2 h	37.29±0.58	37.15±0.63	24.25±4.03	20.84±3.82 ^a	87.42±12.13	88.04±13.25
拔管后 24 h	36.23±0.55	36.42±0.57	21.67±3.54	19.98±3.77 ^a	87.35±10.48	87.68±11.25
拔管后 72 h	36.71±0.52	36.76±0.48	21.06±4.16	20.95±5.03	88.23±13.22	87.49±13.41
拔管后 7 d	36.62±0.60	36.63±0.53	19.23±4.25	19.76±4.92	82.56±12.57	81.98±14.63

^a: $P < 0.05$,与观察组同时时间点比较。

表 3 两组患者拔管前、后血气分析相关指标比较

时间	pH		PaO_2 (mm Hg)		PaCO_2 (mm Hg)	
	观察组	对照组	观察组	对照组	观察组	对照组
拔管前	7.49±0.04	7.46±0.05	108.34±26.73	106.27±25.42	38.76±3.76	38.84±4.04
拔管后 2 h	7.47±0.06	7.46±0.06	77.36±35.17	78.53±34.26	38.42±4.05	38.27±3.87
拔管后 24 h	7.46±0.05	7.45±0.04	75.13±30.52	78.62±31.25 ^a	37.25±4.32	36.54±3.64
拔管后 72 h	7.46±0.05	7.44±0.05	76.29±30.58	79.52±30.49 ^a	36.42±3.94	35.47±3.52
拔管后 7 d	7.45±0.04	7.43±0.06	77.51±32.14	79.62±35.95	37.28±4.13	34.21±3.37 ^a

^a: $P < 0.05$,与观察组同时时间点比较。

2.3 两组患者临床结局比较

观察组患者 7 d 再插管率为 33.33%,高于对照组的 6.67%;不耐受率 6.67%,低于对照组的 43.33%;鼻面部皮损及腹胀气等并发症总发生率为 0,低于对照组的 26.67%,两组患者上述指标比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 4。

表 4 两组患者临床结局比较($n = 30$)

项目	观察组	对照组	χ^2/t	P
7 d 再插管[n(%)]	10(33.33)	2(6.67)	6.667	<0.05
不耐受[n(%)]	2(6.67)	13(43.33)	10.756	<0.05

续表 4 两组患者临床结局比较($n = 30$)

项目	观察组	对照组	χ^2/t	P
死亡[n(%)]	1(3.33)	1(3.33)	0.000	>0.05
住 ICU 时间(d)	18.70±4.60	18.20±5.20	0.265	>0.05
并发症[n(%)]	0	8(26.67)	9.231	<0.05
鼻面部皮损	0	5(16.67)		
腹胀气	0	3(10.00)		

3 讨论

ETI-MV 对 AECOPD 合并 ARF 患者短期效果

较好,能够快速改善患者氧合指数,减少 CO_2 的潴留,同时缓解呼吸机的疲劳,成为患者急救的首选^[8]。但是ETI-MV如果应用时间过长,合并应用镇静剂,容易导致拔管困难,甚至出现呼吸机相关的肺损伤、肺炎,以及上气道损伤、呼吸道瘘等不良情况,还会出现深静脉血栓、衰弱综合征等ICU常见并发症。因此,及早拔管和合理应用呼吸支持手段,是该类患者临床治疗中应重点决策的关键^[9]。有创-无创通气策略良好结合了两种通气支持手段,在合理的拔管时机下,给予无创通气支持,能够在减少患者再插管率的基础上,降低并发症的发生,同时缩短住院时间,减少患者经济压力。传统无创序贯治疗,多采用NIPPV的方法,效果经临床验证较为明显,已成为AECOPD合并ARF患者优先选择的呼吸支持技术^[10]。但随着NIPPV在临床应用中的广泛开展,部分ARF程度较为严重的患者治疗效果不佳,而部分患者特别是老年患者,由于面罩带来的不适压迫感和幽闭恐惧感导致患者耐受程度较差^[11]。更换普通鼻导管或开放式面罩进行氧疗,效果较差,再插管率居高不下^[12]。

HFNC是近年来新兴的呼吸支持方案,相较其他呼吸支持方案,其有着以下优势:(1)高流量产生持续正气道气压,降低气道阻力,改善氧合指数,缓解呼吸肌疲劳,对ARF患者拔管后身体条件较为匹配;(2)高流量气体冲刷上气道,促进了肺泡 CO_2 、 O_2 的交换,持续性的清除气道中的 CO_2 ;(3)远高于ARF患者最大吸气量的气体流量,为患者提供了恒定的氧浓度,从而减少了患者呼吸频率、原有肺功能水平等影响;(4)加湿加温能够有效提高耐受程度,提高舒适度,同时对黏膜有一定的保护和清理作用^[13]。本研究对于HFNC的应用结果表明,HFNC在AECOPD合并ARF患者拔管后的呼吸支持效果尚未优于NIPPV,但由于其亦具备相对稳定的疗效和较高的耐受度,因此,在NIPPV的补充方案方面受到临床的重视。

目前对于有创-HFNC在ARF中应用的效果,临床报道有较多差异,除了ETI-MV拔管时间选择的差异外,HFNC应用的设置也有一定的影响^[14]。本研究对有创-HFNC拔管时机的选择,采用支气管-肺部感染控制窗判断标准,主要考虑本组入选患者ARF主要因素与呼吸道感染相关性较高有关。对本研究结果进行分析,在平稳维护患者呼吸功能的基础上,临床结局上减少ETI-MV拔管后再插管率,可以客观地评价呼吸支持的效果。本研究反映了HFNC在拔管后7d的应用效果差于NIPPV,而WANG等^[15]研究表明,HFNC在ARF拔管后应用效果与NIPPV相当,与本研究结果不符,考虑这与观察时间不同有关,因为多数ARF拔管后再插管多发生在拔管后的48h,约占50%左右,但是本研究对这一时间的维度拉长

到拔管后7d,因为从生命体征和血气分析结果可以看出,HFNC和NIPPV在拔管后3d内,效果基本相同,无明显差异,但是3~7d可出现 PaO_2 、 PaCO_2 的差异,分析这一原因,NIPPV通过正压序贯治疗,能够更好地提高患者肺泡通气量,且患者在拔管后3~7d神志多有所恢复,张口呼吸的概率增大,从而降低了HFNC的效果^[16]。

虽然HFNC仍无法代替NIPPV在ARF拔管后呼吸支持的一线地位和效果,但HFNC相对于NIPPV却有着较高的耐受度和较低的并发症发生率。相对于NIPPV口鼻全覆盖和视力的部分遮挡,HFNC无幽闭感的同时,也无覆盖外围的强压力,使得患者舒适度明显提高的同时,还会避免因鼻面部皮肤压迫导致的皮损,且加湿加热的气体还能够有效清理呼吸道,因此患者耐受较好。本研究结果显示,对照组有43.33%的患者7d内均不耐受,或出现采用开放式面罩氧疗,表明较长时间使用NIPPV需要替换呼吸支持方案。因此,NIPPV与HFNC配合应用在临床有更多的可能性,还需要进一步观察和研究。

综上所述,本研究通过对比HFNC及NIPPV在AECOPD合并ARF患者中应用的方法及临床结局可以看出,HFNC在AECOPD合并ARF老年患者中应用的效果暂时低于NIPPV,但HFNC有更高的适用性和舒适度,且呼吸支持相关并发症较少。因此,作者建议气管插管拔管后可首选NIPPV进行呼吸支持,对不耐受者和口鼻皮肤不宜应用者,可及时更换为HFNC。

参考文献

- [1] 郑禾,孙琳,卢海燕,等.纤支镜引导下经口气管插管机械通气在慢阻肺急性加重期患者抢救中的应用[J].西部医学,2019,31(10):1625-1628.
- [2] 胡贵芳,蒋世碧,王建华.慢性阻塞性肺病合并II型呼吸衰竭无创正压通气治疗前后血气参数、血清D二聚体及纤维蛋白原的变化及意义[J].实用医院临床杂志,2020,17(4):94-98.
- [3] 黄永康,雷伟,黄建安.经鼻高流量湿化氧疗在慢性阻塞性肺疾病中的应用现状[J].临床肺科杂志,2021,26(4):604-607.
- [4] 胡莉娟,朱蕾.无创正压通气治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重:首选的呼吸支持治疗[J].广东医学,2020,41(7):674-676.
- [5] SINGH D,AGUSTI A,ANZUETO A,et al.Global strategy for the diagnosis,management,and prevention of chronic obstructive lung disease:the Gold science committee report 2019[J].Eur Respir J,2019,53(5):1900164. (下转第1916页)

- [6] QU Y, YANG B, LIN S, et al. Associations of greenness with gestational diabetes mellitus: The Guangdong Registry of Congenital Heart Disease (GRCHD) study[J]. *Environ Pollut*, 2020, 266(Pt 2):115127.
- [7] DELLA P G, DI B R, LATOUR K, et al. Combined use of color doppler ultrasound and contrast-enhanced ultrasound in the intraoperative armamentarium for arteriovenous malformation surgery[J]. *World Neurosurg*, 2021, 147(1): 150-156.
- [8] JIANG J F, ZHU X Y, HAN G J, et al. A dynamic trust evaluation and update mechanism based on C4.5 decision tree in underwater wireless sensor networks [J]. *IEEE Trans Veh Technol*, 2020, 69(8):9031-9040.
- [9] IMURA T, IWAMOTO Y, INAGAWA T, et al. Decision tree algorithm identifies stroke patients likely discharge home after rehabilitation using functional and environmental predictors [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(4): 105636.
- [10] YI Y, LI X, JIA J, et al. Effect of behavioral factors on severity of female pattern hair loss: an ordinal logistic regression analysis[J]. *Int J Med Sci*, 2020, 17(11):1584-1588.
- [11] 侯继文. 轻度认知障碍影响因素分析及决策树模型研究[D]. 青岛:青岛大学, 2020.
- [12] HE H, YAN H, LIU W. Intelligent teaching ability of contemporary college talents based on BP neural network and fuzzy mathematical model[J]. *J Intell Fuzzy Sys*, 2020, 39(9):1-11.
- [13] 韩颖. 应用人工神经网络构建儿童急性髓系白血病预后模型[D]. 长春:吉林大学, 2020.
- [14] AKTER O, MONI M A, ISLAM M M, et al. Lung cancer detection using enhanced segmentation accuracy[J]. *Applied Intelligence*, 2021, 51(6): 3391-3404.
- [15] YIN J, MUTISO F, TIAN L. Joint hypothesis testing of the area under the receiver operating characteristic curve and the Youden index[J]. *Pharm Stat*, 2021, 20(3):657-674.

(收稿日期:2021-09-08 修回日期:2022-02-21)

(上接第 1911 页)

- [6] 徐文俊, 刘强晖, 施林燕, 等. 肺部感染控制窗确定序贯通气转换时机在重症肺炎伴呼吸衰竭疗效及预后中的作用[J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2021, 16(8):891-894.
- [7] 冯丽伟, 赵岳, 王斌, 等. 机械通气患者二次插管的影响因素分析[J]. *天津医科大学学报*, 2020, 26(1):22-27.
- [8] 李勋济, 柳俊杰, 欧阳长法, 等. 便携式纤维支气管镜引导经鼻气管插管在抢救呼吸衰竭患者中的应用[J]. *广东医学*, 2020, 41(6):580-584.
- [9] 林应川, 马雪松, 于瀛, 等. 气管插管相关并发症及气管内局部用药的研究进展[J]. *中国急救医学*, 2019, 39(5):497-501.
- [10] 李镇, 郑辉才. 无创正压机械通气治疗急性加重期慢性阻塞性肺疾病合并 II 型呼吸衰竭的效果[J]. *中国老年学杂志*, 2018, 38(2):378-380.
- [11] 杨平, 蒲亨萍, 刘榜英, 等. 无创正压通气治疗对急性呼吸衰竭患者拔管后再插管和病死情况的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2018, 28(30):88-92.
- [12] 单梦田, 兰超, 陈荣昌, 等. 头罩与面罩无创通气在急性呼吸衰竭中的随机对照研究[J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(8):1010-1016.
- [13] 刘晓娟, 曹大伟, 张新日. 高流量氧疗和无创通气在 COPD 伴轻度 II 型呼吸衰竭患者中的应用比较[J]. *中国实验诊断学*, 2019, 23(9):1581-1582.
- [14] 刘欣, 周发春, 刘筑, 等. 经鼻高流量氧疗预防术后呼吸衰竭疗效的 meta 分析[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2018, 25(3):237-241.
- [15] WANG Y, NI Y, SUN J, et al. Use of high-flow nasal cannula for immunocompromise and acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Emerg Med*, 2020, 58(3): 413-423.
- [16] MACÉ J, MARJANOVIĆ N, FARANPOUR F, et al. Early high-flow nasal cannula oxygen therapy in adults with acute hypoxemic respiratory failure in the ED: A before-after study[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(11):2091-2096.

(收稿日期:2021-09-27 修回日期:2022-02-25)