

经鼻高流量氧疗与传统氧疗在急性中型颅脑损伤患者中的应用效果比较

张述升 刘俊 陈悦达 孙静 王小华 张国斌

天津市环湖医院神经外科颅脑创伤与神经重症,天津 300350

通信作者:张国斌, Email: cntjzgb@hotmail.com

【摘要】 目的 比较经鼻高流量氧疗(HFNC)与传统氧疗在改善急性中型颅脑损伤患者缺氧状态中的差异,探讨 HFNC 在急性脑外伤患者气道管理中的应用价值。方法 选择 2020 年 6 月至 11 月天津市环湖医院颅脑损伤抢救中心收治的急性中型颅脑损伤[格拉斯哥昏迷评分(GCS)9~12 分]患者作为研究对象,按照纳入和排除标准,最终 58 例患者纳入分析。按氧疗模式将患者分为传统氧疗组(36 例)和 HFNC 组(22 例)。比较两组患者治疗前及治疗后 12、24、48 h 的心率(HR)、平均动脉压(MAP)、呼吸频率(RR)、脉搏血氧饱和度(SpO₂)、动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、pH 值、氧合指数的差异;并观察治疗 7 d 内两组患者气管插管率和重症监护病房(ICU)住院时间等的变化。结果 两组患者性别、年龄和入院时 GCS 评分比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。与传统氧疗组比较,治疗后 24 h 起 HFNC 组 RR 明显降低,并持续到 48 h(次/min: 24 h 为 17.50 ± 4.26 比 21.14 ± 4.81 , 48 h 为 17.54 ± 2.18 比 20.25 ± 2.69 , 均 $P < 0.05$)。治疗后 12 h 起 HFNC 组 SpO₂、PaO₂ 均较治疗前明显升高[SpO₂: 12、24、48 h 分别为 0.99 ± 0.01 比 0.98 ± 0.02 , 0.99 ± 0.02 比 0.97 ± 0.02 , 0.99 ± 0.01 比 0.97 ± 0.02 ; PaO₂(mmHg, 1 mmHg \approx 0.133 kPa): 12、24、48 h 分别为 85.23 ± 7.16 比 75.08 ± 7.73 , 91.55 ± 8.88 比 73.81 ± 8.32 , 95.27 ± 5.75 比 76.22 ± 6.43 , 均 $P < 0.05$], PaCO₂ 明显降低(mmHg: 12、24、48 h 分别为 38.27 ± 4.50 比 42.39 ± 5.68 , 38.91 ± 4.86 比 42.75 ± 7.64 , 37.09 ± 2.97 比 42.14 ± 3.53 , 均 $P < 0.05$)。pH 值除治疗 48 h HFNC 组明显高于传统氧疗组外(7.42 ± 0.02 比 7.37 ± 0.03 , $P < 0.05$),其余各时间点比较差异均无统计学意义;而氧合指数从治疗 12 h 开始则持续高于传统氧疗组(mmHg: 12、24、48 h 分别为 482.32 ± 33.41 比 424.32 ± 35.09 , 519.19 ± 27.68 比 420.22 ± 34.20 , 529.30 ± 31.95 比 425.00 ± 33.98 , 均 $P < 0.05$)。HFNC 组 7 d 内插管率低于传统氧疗组,但差异无统计学[4.5%(1/22)比 11.1%(4/36), $P > 0.05$],但 ICU 住院时间较传统氧疗组明显缩短(h: 118.8 ± 23.1 比 143.7 ± 26.4 , $P < 0.05$)。结论 HFNC 能改善急性中型颅脑损伤患者氧合状态,减少二氧化碳潴留,缩短 ICU 住院时间,值得临床应用。

【关键词】 颅脑损伤; 经鼻高流量吸氧; 气道管理

基金项目:天津市医学重点学科(专科)建设项目(TJYXZDXK-022A)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.01.009

Comparisons of application effects of high-flow nasal cannula oxygen therapy and traditional oxygen therapy in patients with acute moderate traumatic brain injury

Zhang Shusheng, Liu Jun, Chen Yueda, Sun Jing, Wang Xiaohua, Zhang Guobin

Department of neurosurgery, Tianjin Huanhu Hospital, Tianjin 300350, China

Corresponding author: Zhang Guobin, Email: cntjzgb@hotmail.com

【Abstract】 Objective To compare the differences between high-flow nasal cannula oxygen therapy (HFNC) and traditional oxygen therapy (COT) in improving the hypoxic state of patients with acute moderate traumatic brain injury (TBI), and to explore the application value of HFNC in these patients. **Methods** This study was executed to analyze patients with acute moderate TBI [Glasgow coma scale (GCS) 9-12] admitted to the Brain Injury Care Center of Tianjin Huanhu Hospital from June 2020 to November 2020. According to the inclusion and exclusion criteria, 58 patients were finally included in the analysis. All patients were divided into two groups according to the modes of oxygen therapy. 36 patients were in the COT group, and 22 patients were in the HFNC group. The differences of heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), respiratory rate (RR), blood oxygen saturation (SpO₂), arterial partial pressure of oxygen (PaO₂), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂), pH value and oxygenation index that from blood gas analysis between two groups were compared and analyzed before (T0 h) and after (T12 h, T24 h, T48 h) the treatments. The rate of tracheal intubation within 7 days and the length of stay in the intensive care unit (ICU) were both compared and analyzed. **Results** There were no statistically significant differences in gender, age, and GCS score at admission between the two groups (all $P > 0.05$). RR of the HFNC group was lower than that in the COT group from 24 hours after treatments and continued to 48 hours (per minute: at T24 h 17.50 ± 4.26 vs. 21.14 ± 4.81 , at T48 h 17.54 ± 2.18 vs. 20.25 ± 2.69 , both $P < 0.05$). From 12 hours, the SpO₂ and PaO₂ of the HFNC group were both better than those of the COT group [SpO₂: at T12 h 0.99 ± 0.01 vs. 0.98 ± 0.02 , at T24 h 0.99 ± 0.02 vs. 0.97 ± 0.02 , at T48 h 0.99 ± 0.01 vs. 0.97 ± 0.02 ; PaO₂ (mmHg, 1 mmHg \approx 0.133 kPa): at T12 h 85.23 ± 7.16 vs. 75.08 ± 7.73 , at T24 h 91.55 ± 8.88 vs. 73.81 ± 8.32 , at T48 h 95.27 ± 5.75 vs. 76.22 ± 6.43 , all $P < 0.05$]. PaCO₂ was decreased (mmHg: at T12 h 38.27 ± 4.50

vs. 42.39 ± 5.68 , at T24 h 38.91 ± 4.86 vs. 42.75 ± 7.64 , at T48 h 37.09 ± 2.97 vs. 42.14 ± 3.5 , all $P < 0.05$). There was no statistically significant difference in pH between the two groups, except from 48 hours after the treatment (7.42 ± 0.02 vs. 7.37 ± 0.03 , $P < 0.05$). The oxygenation index continued to be higher than that of the COT group from 12 hours after treatment (mmHg: at T12 h 482.32 ± 33.41 vs. 424.32 ± 35.09 , at T24 h 519.19 ± 27.68 vs. 420.22 ± 34.20 , at T48 h 529.30 ± 31.95 vs. 425.00 ± 33.98 , all $P < 0.05$). The tracheal intubation rate was lower in NHFC group, but there was no statistically significant difference [4.5% (1/22) vs. 11.1% (4/36), $P > 0.05$]. HFNC could reduce the length of stay in ICU (hour: 118.8 ± 23.1 vs. 143.7 ± 26.4 , $P < 0.05$). **Conclusions** HFNC can improve the oxygenation status of patients with acute moderate TBI, reduce carbon dioxide retention, and shorten the length of ICU stay. The application of HFNC is highly recommended in clinical practice.

【Key words】 Traumatic brain injury; High-flow nasal cannula oxygen therapy; Airway management
Fund program: Medical Key Discipline Construction Project (Specialties) of Tianjin (TJYXZDXK-022A)
 DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.01.009

急性中型颅脑损伤[格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma score, GCS)9~12分]患者意识常处于朦胧-昏睡状态,易合并误吸及气道不畅,并且一旦发生低氧血症和(或)高碳酸血症,病情将迅速恶化。对于此类患者,目前主要采用鼻导管或面罩吸氧。近年来,经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC)作为一种新的呼吸支持方式应用于临床,经证实能明显改善患者氧合及通气功能^[1-2]。本研究通过比较 HFNC 与传统氧疗对改善中型颅脑损伤患者缺氧状态效果的差异,探讨 HFNC 在急性中型颅脑损伤患者气道管理中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 一般资料:选择 2020 年 6 月至 11 月本院颅脑损伤抢救中心收治的急性中型颅脑损伤患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:① 年龄 18~60 岁;② 急性(<3 d)颅脑外伤新入院;③ 入院后给予持续氧疗。

1.1.2 排除标准:① 有全麻手术指征;② 入院时需要紧急插管建立人工气道指征;③ 合并严重肺部疾病[慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、哮喘、肺纤维化、慢性支气管炎等];④ 合并严重心脏疾病(心功能不全或心律失常);⑤ 有肺部合并伤(肋骨骨折、肺挫伤、气胸等);⑥ 有吸烟史。

1.1.3 插管指征:① 意识恶化导致自主咳痰能力减弱,痰黏不易咳出;② 明显吸气困难、三凹征及大汗,血流动力学不稳定;③ 脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂)<0.90 持续 10 min 以上,且经常规气道护理后无改善。

1.1.4 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经本院医学伦理委员会批准(审批号:2020-75),对患者采取的治疗均向家属充分告知,得到家属的知情同意。

1.2 研究分组及基线资料:最终 58 例患者符合纳入标准。根据吸氧模式不同将患者分为传统氧疗组(36 例)和 HFNC 组(22 例)。两组性别、年龄、GCS 评分等基线资料比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$; 表 1),说明两组资料均衡,有可比性。

表 1 不同氧疗模式两组急性中型颅脑损伤患者基线资料的比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	GCS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性		
传统氧疗组	36	24	12	46.36 ± 9.88	10.58 ± 1.56
HFNC 组	22	15	7	44.23 ± 10.40	10.41 ± 1.22
χ^2/t 值				0.782	0.545
P 值				0.905	0.588

1.3 治疗方法:患者入院后均给予常规神经外科护理,翻身、拍背,吸痰,给予脱水、营养支持、抗感染、镇静等对症支持治疗。传统氧疗组采用鼻导管吸氧或面罩吸氧(氧流量 2~4 L/min); HFNC 组采用鼻高流量加温加湿氧疗系统(AIRV02 型, Fisher&Paykel Health care 公司,新西兰)吸氧,氧流量 40~60 L/min,吸入氧浓度(fractional of inspired oxygen, FiO₂)0.40~0.60,氧气温度 37 °C^[3]。符合插管指征者给予气管插管。

1.4 观察指标:收集两组患者治疗前及治疗后 12、24、48 h 心率(heart rate, HR)、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、呼吸频率(respiratory rate, RR)、SpO₂、血气分析指标[包括动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂)、pH 值、氧合指数],并比较两组上述指标和 7 d 内气管插管率、重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间等的差异。

1.5 统计方法:使用 SPSS 18.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计数资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以

例(率)表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组各时间点生命体征比较(表 2): 治疗过程中各时间点两组 HR、MAP 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。治疗后 24 h 开始, HFNC 组 RR 较传统氧疗组降低,持续到治疗后 48 h; HFNC 组 SpO₂ 于治疗后 12 h 开始即较传统氧疗组明显升高(均 $P < 0.05$),持续到治疗后 48 h。

2.2 两组各时间点血气分析相关指标比较(表 3): 随治疗时间延长,与治疗前比较, HFNC 组 48 h 内 PaO₂、氧合指数均明显升高(均 $P < 0.05$),同时 PaCO₂ 维持在稳定状态;而传统氧疗组 PaCO₂ 均明显升高;两组 pH 值仅治疗后 48 h 明显升高($P < 0.05$)。治疗后 12 h 开始, HFNC 组 PaO₂ 和氧合指数均较传统氧疗组明显升高, PaCO₂ 较传统氧疗组明显降低(均 $P < 0.05$),治疗后 48 h 两组上述指标比较差异仍有统计学意义(均 $P < 0.05$); 治疗后 48 h HFNC 组 pH 值明显高于传统氧疗组($P < 0.05$)。

2.3 两组患者气管插管率及 ICU 住院时间比较

(表 4): 58 例患者总插管率为 8.6%(5/58); 传统氧疗组和 HFNC 组入院 7 d 内插管率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。传统氧疗组 ICU 住院时间较 HFNC 组明显缩短($P < 0.05$)。

表 4 不同氧疗模式两组急性中型颅脑损伤患者气管插管率及 ICU 住院时间的比较

组别	例数(例)	7d 内插管率 [% (例)]	ICU 住院时间 (h, $\bar{x} \pm s$)
传统氧疗组	36	11.1 (4)	143.7 ± 26.4
HFNC 组	22	4.5 (1)	118.8 ± 23.1
χ^2/t 值		理论频数 < 5	13.344
P 值		0.640	0.001

3 讨论

急性缺氧是创伤患者常见的病情恶化甚至死亡的原因之一。特别是创伤后意识障碍的患者,由于气道和肺保护机制受损,另加创伤介导的全身免疫炎症反应使得急性肺损伤,神经源性肺水肿或医院相关性肺炎发生率大大增加^[4],且由于意识障碍导致舌后坠或呕吐胃内容物误吸入气道,创伤后的急性通气障碍的发生率更高。因此,对于创伤患者的

表 2 不同氧疗模式两组急性中型颅脑损伤患者各时间点 HR、MAP、RR、SpO₂ 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	HR (次/min)				MAP (mmHg)			
		治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h	治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h
传统氧疗组	36	80.03 ± 14.04	83.06 ± 11.91	80.89 ± 14.69	81.31 ± 12.39	86.25 ± 8.25	87.81 ± 8.18	87.78 ± 8.15	86.69 ± 6.92
HFNC 组	22	85.73 ± 9.58	86.18 ± 9.56	84.14 ± 10.24	81.45 ± 7.44	85.73 ± 9.58	84.41 ± 9.11	85.18 ± 8.05	82.91 ± 8.22
t 值		-1.835	-1.042	-0.909	-0.057	0.220	1.470	1.182	1.881
P 值		0.072	0.302	0.367	0.955	0.826	0.147	0.242	0.065
组别	例数(例)	RR (次/min)				SpO ₂			
		治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h	治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h
传统氧疗组	36	19.75 ± 3.06	20.81 ± 4.53	21.14 ± 4.81	20.25 ± 2.69	0.99 ± 0.01	0.98 ± 0.02 ^a	0.97 ± 0.02 ^a	0.97 ± 0.02 ^a
HFNC 组	22	19.09 ± 1.87	19.41 ± 3.39	17.50 ± 4.26	17.54 ± 2.18 ^a	0.99 ± 0.01	0.99 ± 0.01	0.99 ± 0.02	0.99 ± 0.01
t 值		1.016	1.247	2.917	3.985	0.076	-2.327	-4.315	-5.883
P 值		0.314	0.218	< 0.010	< 0.010	0.940	0.024	< 0.010	< 0.010

注: 1 mmHg ≈ 0.133 kPa; 与本组治疗前比较, ^a $P < 0.05$

表 3 不同氧疗模式两组急性中型颅脑损伤患者血气分析相关指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	PaO ₂ (mmHg)				PaCO ₂ (mmHg)			
		治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h	治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h
传统氧疗组	36	76.44 ± 6.50	75.08 ± 7.73	73.81 ± 8.32	76.22 ± 6.43	39.78 ± 2.95	42.39 ± 5.68 ^a	42.75 ± 7.64 ^a	42.14 ± 3.53 ^a
HFNC 组	22	74.00 ± 6.55	85.23 ± 7.16 ^a	91.55 ± 8.88 ^a	95.27 ± 5.75 ^a	40.55 ± 40.55	38.27 ± 4.50	38.91 ± 4.86	37.09 ± 2.97 ^a
t 值		1.386	-4.983	-7.679	-11.386	-0.839	2.888	2.109	5.597
P 值		0.171	< 0.010	< 0.010	< 0.010	0.405	< 0.010	0.039	< 0.010
组别	例数(例)	pH 值				氧合指数 (mmHg)			
		治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h	治疗前	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗后 48 h
传统氧疗组	36	7.39 ± 0.04	7.39 ± 0.05	7.38 ± 0.04	7.37 ± 0.03 ^a	424.69 ± 36.09	424.38 ± 35.09	420.22 ± 34.20	425.00 ± 33.98
HFNC 组	22	7.39 ± 0.04	7.39 ± 0.03	7.39 ± 0.03	7.42 ± 0.02 ^a	411.11 ± 36.41	482.32 ± 33.41 ^a	519.19 ± 27.68 ^a	529.30 ± 31.95 ^a
t 值		0.337	-0.334	-1.217	-6.123	1.386	-6.211	-11.461	-11.598
P 值		0.737	0.740	0.229	< 0.010	0.171	< 0.010	< 0.010	< 0.010

注: 1 mmHg ≈ 0.133 kPa; 与本组治疗前比较, ^a $P < 0.05$

尽早气道管理逐渐引起临床医师重视^[5]。

神经重症患者的气道管理相对于 ICU 其他疾病患者有一定的特殊性,因前者多合并不同程度的意识障碍,导致主动和被动气道保护能力均降低,此类患者的气道管理有一定特殊,人工气道的建立和(或)机械通气的时机和指征也尤其为临床医师重视^[6]。创伤为神经重症患者常见病因,对于重型颅脑损伤患者,常合并明确的通气功能障碍,昏迷导致吞咽功能减退,咳嗽反射减退,咽喉部软组织后坠阻塞气道,患者出血喘憋、低氧血症、呼吸衰竭甚至窒息,应尽早行气管插管开通气道缓解急性缺氧。

急性中型颅脑损伤患者常处于躁动或昏睡状态,早期急性缺氧症状隐匿,气道管理容易被忽视,此类患者伤后病情较不稳定,部分合并误吸、意识障碍者可导致气道不畅,诱发肺炎可导致呼吸功能不全,进而引起低氧血症和(或)高碳酸血症,加重脑缺氧,导致神经功能恶化,转变为重型颅脑损伤(GCS<8分),从而需要建立人工气道甚至机械通气^[7]。对于中型颅脑损伤合并低氧,但尚未达到建立人工气道指征的患者,临床常采用无创氧疗,因意识水平降低,无创正压通气患者配合程度低,因此传统氧疗模式主要是鼻导管或面罩吸氧、雾化吸入平喘、祛痰等方法维持正常氧合,改善脑缺氧状态,对严重低氧血症或合并高碳酸血症患者常需气管插管^[8]。

近年来, HFNC 作为一种新型的呼吸支持方式可用于纠正轻中度低氧血症,在呼吸科及重症医学科已广泛应用^[9-10],且 HFNC 较传统氧疗模式优势明显^[11-12]。HFNC 可为患者提供特定 FiO_2 (0.21~1.00)、温度(31~37℃)和湿度的高流量(8~10 L/min)气体;且高流量气体能产生一定水平的呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP),可以冲刷上呼吸道生理死腔,降低呼吸道阻力,改善患者二氧化碳潴留。HFNC 提供的恒温恒湿气体模拟了正常生理状态下吸入氧气,有助于维持气道正常黏液纤毛的清除功能,避免气道干燥,利于排痰^[13]。因此, HFNC 可在一定程度上改善缺氧患者的通气和换气功能^[14]。

持续 HFNC 对于急性中型颅脑损伤患者耐受性良好,尤其对于合并躁动等意识障碍的患者配合适当的镇痛、镇静及抗躁动等治疗,经鼻塞吸氧患者依从性好。更重要的是本研究结果显示, HFNC 能改善患者氧合,稳定内环境,避免二氧化碳

潴留的发生,整体改善患者脑缺血缺氧,避免患者因缺氧或二氧化碳潴留导致意识障碍加重。HFNC 在一定程度上也可降低中型颅脑损伤患者因缺氧需气管插管的概率,但有待扩大样本量进一步证实; HFNC 也通过改善氧合和脑氧供,促进神经功能康复,缩短 ICU 住院时间。

但仍值得注意的是, HFNC 同样存在一定程度的漏气,且改善通气障碍的程度有限,使用过程中仍需严密观察患者的氧合状态,关注 PaO_2 和 PaCO_2 , 对于有插管指征的患者,尤其是已经合并 II 型呼吸衰竭的患者,仍需及时建立人工气道,并及时给予机械通气^[9]。总之, HFNC 符合中型颅脑损伤患者的气道管理需要神经外科医师给予充分重视,值得在临床广泛应用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Spicuzza L, Schisano M. High-flow nasal cannula oxygen therapy as an emerging option for respiratory failure: the present and the future [J]. *Ther Adv Chronic Dis*, 2020, 11: 2040622320920106. DOI: 10.1177/2040622320920106.
- [2] Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy devices [J]. *Respir Care*, 2019, 64 (6): 735-742. DOI: 10.4187/respcare.06718.
- [3] Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults: physiological benefits, indication, clinical benefits, and adverse effects [J]. *Respir Care*, 2016, 61 (4): 529-541. DOI: 10.4187/respcare.04577.
- [4] Hu PJ, Pittet JF, Kerby JD, et al. Acute brain trauma, lung injury, and pneumonia: more than just altered mental status and decreased airway protection [J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2017, 313 (1): L1-L15. DOI: 10.1152/ajplung.00485.2016.
- [5] 赵晓东,刘红升.创伤患者呼吸道管理策略——尽早气道管理,过分谨慎就是失误[J].*中华急诊医学杂志*, 2015, 24 (4): 359-362. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2015.04.004.
- [6] 徐珊珊,张琳琳,周建新.神经重症患者脱机拔管研究进展[J].*中华危重病急救医学*, 2022, 34 (9): 1004-1008. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220317-00257.
- [7] 中华医学会神经外科学分会,中国神经外科重症管理协作组.中国神经外科重症患者气道管理专家共识(2016)[J].*中华医学杂志*, 2016, 96 (21): 1639-1642. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.21.004.
- [8] 沈佳伟,安友仲.拔除气管导管后患者的经鼻高流量吸氧治疗[J].*中华危重病急救医学*, 2017, 29 (1): 85-89. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.019.
- [9] 毛越,窦琳.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[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2021, 28 (6): 668-671. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.06.005.
- [10] 陈耿靖,陈亮,许红阳,等.经鼻高流量吸氧在肺移植术后患者呼吸衰竭的应用[J/CD].*实用器官移植电子杂志*, 2017, 5 (5): 340-342. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2017.05.005.
- [11] 吕喆,谭斌,王耀辉,等.经鼻高流量氧疗在成人急诊患者中的应用进展[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2018, 25 (1): 108-110. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2018.01.027.
- [12] Ruangsomboon O, Dorongthom T, Chakorn T, et al. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy in relieving dyspnea in emergency palliative patients with do-not-intubate status: a randomized crossover study [J]. *Ann Emerg Med*, 2020, 75 (5): 615-626. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2019.09.009.
- [13] 中华医学会呼吸病学分会呼吸危重症医学学组,中国医师协会呼吸医师分会危重症医学工作委员会.成人经鼻高流量湿化氧疗临床规范应用专家共识[J].*中华结核和呼吸杂志*, 2019, 42 (2): 83-91. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2019.02.003.
- [14] Li J, Jing GQ, Scott JB. Year in review 2019: high-flow nasal cannula oxygen therapy for adult subjects [J]. *Respir Care*, 2020, 65 (4): 545-557. DOI: 10.4187/respcare.07663.

(收稿日期: 2021-03-30)