

· 论 著 ·

急性心力衰竭有创机械通气拔管后经鼻高流量氧疗和无创机械通气的多中心前瞻性随机对照研究

刘尚香¹, 叶正龙¹, 穆心苇², 倪海滨³, 张震环⁴, 左祥荣⁵, 杜成⁶, 李小石⁷, 王琴⁸, 张昭杰⁹

1. 南通大学附属南京江北医院 ICU, 江苏 南京 210048; 2. 南京市第一医院 ICU, 江苏 南京 210006;
3. 江苏省中西医结合医院 ICU, 江苏 南京 210028; 4. 南京明基医院 ICU, 江苏 南京 210019;
5. 江苏省人民医院 ICU, 江苏 南京 210029; 6. 南京市胸科医院 ICU, 江苏 南京 210029;
7. 南京市高淳人民医院 ICU, 江苏 南京 211302; 8. 南京八一医院 ICU, 江苏 南京 210002;
9. 南京市溧水人民医院 ICU, 江苏 南京 211299

摘要: **目的** 比较急性心力衰竭有创机械通气拔管后经鼻高流量氧疗和无创机械通气的临床效果。**方法** 2018年7月到2021年6月在中国南京9个ICU进行前瞻性随机对照研究,共纳入123例有创机械通气成功脱机拔管的急性心力衰竭患者,采用计算机产生的随机数字表法将患者随机分成经鼻高流量氧疗组(HFNC, $n=63$)和无创机械通气组(NIV, $n=60$),收集所有患者临床资料,评估比较二组主要观察指标、次要观察指标和不良事件的差异。**结果** 两组患者一般临床资料、心力衰竭基本病因、合并症及超声心动图结果差异无统计学意义($P>0.05$)。主要指标和次要指标:HFNC组和NIV组的再插管率(6.3% vs 6.7%)、住ICU时间[8(6,10) d vs 7(5,10) d]、总住院时间[(17.5±4.5) d vs (16.6±7.0) d]、住院死亡率(11.1% vs 10.0%),组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。不良事件:NIV组鼻梁皮肤受损(10.0% vs 0)和胃肠胀气发生率(15.0% vs 0)明显高于HFNC组($P<0.01$)。**结论** 经鼻高流量氧疗可替代无创机械通气用于急性心力衰竭有创机械通气拔管后的序贯治疗。

关键词: 急性心力衰竭; 有创机械通气; 经鼻高流量; 无创机械通气

中图分类号: R541.6 R459.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2022)04-0462-05

High-flow nasal cannula oxygen therapy versus non-invasive mechanical ventilation after extubation in AHF patients: a multicenter, prospective, randomized, controlled, clinical study

LIU Shang-xiang^{*}, YE Zheng-long, MU Xin-wei, NI Hai-bin, ZHANG Zhen-huan,
ZUO Xiang-rong, DU Cheng, LI Xiao-shi, WANG Qin, ZHANG Zhao-jie

^{*} Intensive Care Units, Nanjing Jiangbei Hospital Affiliated to Nantong University, Nanjing, Jiangsu 210048, China

Corresponding author: YE Zheng-long, E-mail: zlyenj@126.com

Abstract: Objective To compare the clinical effects of high-flow nasal cannula (HFNC) oxygen therapy and non-invasive mechanical ventilation (NIV) after extubation from invasive mechanical ventilation (IMV) in the patients with acute heart failure (AHF). **Methods** From July 2018 to June 2021, 123 AHF patients were enrolled in a prospective randomized controlled study, who were successfully weaned off the (IMV) at 9 ICUs in Nanjing. The patients were randomly divided into HFNC group ($n=63$) and NIV group ($n=60$) by use of a computer-generated table of random numbers. The clinical data for all patients were reviewed, and the main outcome measures, secondary outcome measures and adverse events were evaluated and compared between two groups. **Results** There was no statistical difference in general clinical data, etiology, complications and echocardiographic measures between two groups ($P>0.05$). There was

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2022.04.004

基金项目: 南京市卫生科技发展专项资金重点项目 (ZKX18053)

通信作者: 叶正龙, E-mail: zlyenj@126.com

出版日期: 2022-04-20

no significant difference in re-intubation rate (6.3% vs 6.7%), length of ICU stay [8(6,10) d vs 7(5,10) d], total hospital stay [(17.5±4.5) d vs (16.6±7.0) d] and in-hospital mortality (11.1% vs 10.0%) between HFNC group and NIV group ($P>0.05$). The incidences of nasal bridge skin damage (10.0% vs 0) and gastrointestinal flatulence (15.0% vs 0) in NIV group were significantly higher than those in HFNC group ($P<0.01$). **Conclusion** HFNC oxygen therapy can replace NIV for sequential treatment of AHF patients after extubation from IMV.

Keywords: Acute heart failure; Invasive mechanical ventilation; High-flow nasal cannula; Noninvasive mechanical ventilation

Fund program: Key Project of Nanjing Special Fund for Health Science and Technology Development (ZKX18053)

急性心力衰竭(acute heart failure, AHF)是由多种病因引起的急性临床综合征,常危及生命,需紧急医疗干预。AHF是65岁以上人群住院的主要原因,并与高死亡率和再住院率相关。住院死亡率从4%到10%不等。出院后1年死亡率可高达45%或再入院^[1]。AHF患者在吸氧或无创机械通气(noninvasive mechanical ventilation, NIV)无效的情况下,需气管插管行有创机械通气治疗^[2]。但是气管插管并发症多,不能长期留置,及时脱机拔管可减少机械通气时间并降低并发症发生率^[3]。拔管失败需要再次插管,再插管明显增加插管并发症、延长住院时间和增加死亡率^[4]。AHF是拔管失败患者的高危因素^[5],因此,2017年CHEST杂志/美国胸科学会(ATC)推荐:机械通气时间超过24h并存在拔管失败风险的高危患者,推荐预防使用NIV(强烈推荐,中等证据)^[6]。

与NIV相比,经鼻高流量(high-flow nasal cannula, HFNC)氧疗通过鼻塞导管持续性吸入高流量氧气,减小解剖死腔,提供低水平的呼气末正压(PEEP₂~8 cm H₂O)^[7-8];能促进排痰,有更高的舒适度和耐受性^[9]。在非高碳酸血症急性低氧性呼吸衰竭患者中,高流量氧疗与标准氧疗、NIV相比,不能降低再插管率,但明显降低了90d的死亡率^[10]。一项系统评价显示,与传统氧疗比较,HFNC可以降低危重患者拔管后的再插管率,与无创正压通气相似^[11]。在再插管的高危成人患者中,高流量氧疗在预防再插管和拔管后呼吸衰竭方面并不比NIV差,高流量的氧疗对这些患者有利^[5]。

AHF患者有创机械通气拔管后行HFNC氧疗还是行NIV,相关的文献报道不多,本研究比较两种治疗方法拔管后48h内再插管率、住ICU时间、总住院时间、住院死亡率及患者不良事件,以期为AHF机械通气拔管后的序贯治疗提供循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 研究设计 采用多中心前瞻性随机对照研究方

法,2018年7月到2021年6月在中国南京9个ICU进行研究,本研究符合医学伦理学要求,获得了南京江北医院伦理委员会批准(批准文号:2018020),并在美国临床试验数据库注册(注册号:NCT03607357),本研究采取的治疗和检测均取得患者本人或法定代理人的知情同意。

1.2 研究对象与方法

1.2.1 纳入标准 (1) AHF并机械通气时间>24h;(2)通过自主呼吸试验(SBT);(3)患者家属签署知情同意书。

1.2.2 排除标准 (1)慢性阻塞性肺疾病(COPD)急性发作(AECOPD)患者;(2)意识障碍,如谵妄昏迷者;(3)球麻痹,吞咽障碍者;(4)面部畸形难以采用NIV治疗者;(5)肿瘤晚期患者;(6)神经肌肉疾病,如重症肌无力等。

1.2.3 AHF临床诊断标准 (1)症状:突发严重的呼吸困难,呼吸频率>30次/min,咳嗽并咳粉红色泡沫痰,强迫坐位、烦躁、大汗、发绀、面色苍白。(2)体征:血压早期上升,随病情发展下降甚至休克,心率快,可有第3心音奔马律。两肺满布湿啰音及哮鸣音。(3)检验:B型利钠肽水平增高。(4)排除支气管哮喘、AECOPD、急性肺栓塞及急性呼吸窘迫综合征等。

1.2.4 AHF有创机械通气标准 经积极吸氧、镇静、利尿、扩血管、强心及无创机械通气等治疗后病情仍继续恶化[意识障碍,呼吸节律异常,或呼吸频率<8次/min,自主呼吸微弱或消失,动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)进行性升高者],临床医生根据患者病情自主决定气管插管,行有创机械通气。

1.2.5 AHF有创机械通气模式参数 同步间歇指令通气+压力支持通气(SIMV+PSV)模式,参数设置:呼吸频率为12~18次/min,潮气量6~8 ml/kg,PSV设定为12~14 cm H₂O,PEEP设定为5~10 cm H₂O,氧浓度(FiO₂)调整使患者末梢血管氧饱和度(S_pO₂)>95%。

1.2.6 AHF有创机械通气脱机标准 (1)诱因去除、心功能改善;(2)患者安静合作;(3)血流动力学

稳定,心率 ≤ 120 次/min,不需用或仅用小剂量血管活性药物(多巴胺 $< 5 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 或多巴酚丁胺 $< 5 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$);(4) $\text{FiO}_2 \leq 0.4$ 、 $\text{PEEP} \leq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$,动脉血气 $\text{pH} > 7.35$ 同时氧合指数($\text{PaO}_2 : \text{FiO}_2$) $> 200 \text{ mm Hg}$;(5) 体温 $< 38 \text{ }^\circ\text{C}$;(6) 血红蛋白 $> 80 \text{ g/L}$;(7) 具有有效的咳嗽咳痰能力。

在达到撤机标准后先进行 SBT 30 min, SBT 成功后予拔除气管插管。

1.2.7 再插管机械通气标准 (1) 意识障碍昏迷;(2) 氧合功能恶化($\text{FiO}_2 \geq 0.5$, $\text{PaO}_2 \leq 60 \text{ mm Hg}$ 或氧合指数 $< 120 \text{ mm Hg}$);(3) CO_2 潴留加重,治疗 1~4 h 后如无改善,出现严重的呼吸性酸中毒($\text{pH} < 7.20$);(4) 血流动力学不稳定。临床医生自主决定是否需再插管机械通气。

1.3 研究分组 按照计算机产生的随机数字表法将 SBT 成功后拔除气管插管患者分为 HFNC 组和 NIV 组。HFNC 组患者在气管插管拔除后立即给予 HFNC,温度设为 $37 \text{ }^\circ\text{C}$,初始流量设为 30 L/min ,然后以 5 L/min 滴定式上调,直到患者感觉不适,最大流量 60 L/min ,调节吸氧浓度使患者 $\text{SpO}_2 > 92\%$ 。NIV 组患者在气管插管拔出后给予 NIV,参数设置从低压力水平(吸气压 $6 \sim 8 \text{ cm H}_2\text{O}$;呼气压 $4 \text{ cm H}_2\text{O}$)开始,经过 10~20 min,逐渐增加到合适的治疗水平,调节 FiO_2 使患者 $\text{SpO}_2 > 92\%$ 。

1.4 观察指标 记录患者一般情况:如年龄、性别、诊断、急性生理与慢性健康(APACHE II)评分、生命体征、血氧饱和度、潮气量、通气频率、吸气压力、呼气压力以及定期的动脉血气检测等。主要观察指标是再插管率;次要观察指标是 HFNC 时间、NIV 时间、住 ICU 时间、总住院时间、死亡率。不良事件指标是面罩压迫致鼻梁皮肤受损、胃肠胀气。

1.5 统计学方法 应用 PASS 11 软件进行样本量计算,拟定检验水准双侧 $\alpha = 0.05$,把握度为 80%,按照试验组和对照组样本量比例为 1:1 估算出单组样本量为 53 例,考虑到失访或中途退出约为 20%,单组需要 62 例。采用 SPSS20.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用成组 t 检验;不符合正态分布的资料以中位数(第 25 百分位数,第 75 百分位数) $[M(P_{25} \sim P_{75})]$ 表示,两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;定性资料采用例(%)表示,比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料 共 123 例患者, HFNC 组 63 例

(51.2%), NIV 组 60 例(48.8%)。入组时两组患者年龄、性别、APACHE II 评分、平均血压、心率、呼吸频率、血气分析结果和超声心动图结果差异无统计学意义($P > 0.05$);两组患者 AHF 基本病因(冠心病、高血压心脏病、心肌病)差异无统计学意义($P > 0.05$),两组患者的并存症[体质指数(BMI) > 25 、脑血管病、糖尿病、恶性肿瘤、肾病、COPD]差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较
Tab. 1 Comparison of general data between two groups

项目	HFNC 组 (n=63)	NIV 组 (n=60)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	75.8 \pm 14.4	72.9 \pm 14.7	1.085	0.280
男性[例(%)]	39(61.9)	37(61.6)	0.001	0.968
BMI($\bar{x} \pm s$)	22.8 \pm 4.2	22.8 \pm 2.5	0.040	0.968
APACHE 评分($\bar{x} \pm s$)	13 \pm 5	13 \pm 5	0.589	0.557
生命体征				
平均动脉压(mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	87 \pm 12	88 \pm 13	0.635	0.527
心率(次/min, $\bar{x} \pm s$)	87 \pm 17	89 \pm 11	0.857	0.393
呼吸频率(次/min, $\bar{x} \pm s$)	19 \pm 5	20 \pm 5	0.329	0.742
血气分析				
$\text{PaO}_2 : \text{FiO}_2$ (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	318.0 \pm 95.7	315.7 \pm 93.7	0.135	0.893
PaCO_2 (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	37.8 \pm 6.1	38.9 \pm 9.4	0.832	0.407
动脉血 pH ($\bar{x} \pm s$)	7.4 \pm 0.1	7.4 \pm 0.1	0.199	0.843
超声心动图				
房室大小(mm, $\bar{x} \pm s$)				
左房内径	38 \pm 9	39 \pm 5	0.302	0.763
左室内径	49 \pm 7	51 \pm 5	1.936	0.057
右房内径	22 \pm 6	22 \pm 5	0.460	0.646
右室内径	19 \pm 5	20 \pm 4	1.530	0.129
瓣膜状况[例(%)]				
二尖瓣狭窄	8(12.7)	7(11.7)	0.188	0.665
二尖瓣关闭不全	47(74.6)	46(76.7)	1.531	0.22
主动脉瓣狭窄	6(9.5)	6(10.0)	0.207	0.649
主动脉瓣关闭不全	29(46.0)	29(48.3)	0.119	0.730
三尖瓣狭窄	7(11.1)	6(10.0)	0.521	0.470
三尖瓣关闭不全	24(38.1)	23(38.3)	1.043	0.307
肺动脉瓣狭窄	4(6.3)	4(6.7)	0.559	0.455
肺动脉瓣关闭不全	5(7.9)	4(6.7)	0.641	0.78
射血分数($\bar{x} \pm s$)	41.1 \pm 6.0	42.5 \pm 6.3	1.262	0.209
基础病因[例(%)]				
冠心病	40(63.5)	39(65.0)	0.030	0.862
高血压心脏病	37(58.7)	39(65.0)	0.512	0.474
心肌病	11(17.5)	10(16.7)	0.014	0.907
并存症[例(%)]				
BMI > 25	11(17.5)	10(16.7)	0.014	0.907
脑血管病	11(17.5)	12(20.0)	0.130	0.718
糖尿病	14(22.2)	13(21.7)	0.006	0.999
恶性肿瘤	3(4.8)	3(5.0)	0.004	0.951
肾病	12(19.0)	18(30.0)	1.999	0.157
COPD	5(7.9)	4(6.7)	0.073	0.787

2.2 主要结果、次要结果和不良反应 主要结果: HFNC 组再插管 4 例(6.3%),再插管时间中位数 18 (16,32) h,再插管原因氧合恶化 3 例,CO₂ 潴留 1 例。NIV 组再插管 4 例(6.7%),再插管时间中位数 19(11,44) h,再插管原因氧合恶化 1 例,CO₂ 潴留 3 例,二组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。次要结果:住 ICU 时间、总住院时间、住院死亡率差异无统计学意义($P>0.05$)。不良事件:与 HFNC 组相比,NIV 组面罩压迫致鼻梁皮肤受损、胃肠胀气发生率明显增加($P<0.01$)。见表 2。

表 2 主要结果、次要结果和不良反应
Tab. 2 Primary outcomes, secondary outcomes and adverse reactions

项目	HFNC 组 (n=63)	NIV 组 (n=60)	$\chi^2/Z/t$ 值	P 值
主要结果[例(%)]				
再插管	4(6.3)	4(6.7)	0.005	0.940
再插管原因				
氧合功能恶化	3(4.8)	1(1.7)	0.936	0.333
CO ₂ 潴留	1(1.6)	3(5.0)	1.138	0.296
再插管时间[h, $M(P_{25}, P_{75})$]	18(16,32)	19(11,44)	0.290	0.772
次要结果				
住 ICU 时间[d, $M(P_{25}, P_{75})$]	8(6,10)	7(5,10)	1.721	0.085
总住院时间(d, $\bar{x}\pm s$)	17.5±4.5	16.6±7.0	0.215	0.830
住院死亡率[例(%)]	7(11.1)	6(10.0)	0.040	0.841
死亡原因[例(%)]				
心衰	5(7.9)	5(8.3)	0.301	0.813
感染	2(3.2)	1(1.7)	0.013	0.971
不良事件[例(%)]				
鼻梁皮肤受损	0	6(10.0)	11.429	<0.001
胃肠胀气	0	9(15.0)	17.938	<0.001

3 讨论

在本项多中心、前瞻性、随机对照的临床试验中,AHF 患者有创机械通气拔管后, HFNC 组和 NIV 组的再插管率无统计学差异,与 Granton 等^[12]的报道一致,但本研究的再插管率 6.3% (HFNC 组)和 6.7% (NIV 组) 低于 Hernández 等^[5]报道的再插管率 22.8% (HFNC 组)和 19.1% (NIV 组),分析原因可能与研究对象有关, Hernández 等^[5]报道的研究对象中,心力衰竭的比例是 16.2% (51/314, HFNC 组)和 13.4% (39/290, NIV 组),没有亚组分析结果。Stéphan 等^[13]报道,心胸外科术后病人给予 HFNC 和 NIV 序贯治疗,再插管率分别是 14%和 13.7%,低于上述 Hernández 等^[5]的报道,说明了不同研究群体再插管率的不一致性。目前尚无 AHF 患者有创机械通

气拔管后再插管率的研究。

本研究结果显示,AHF 有创机械通气拔管后, HFNC 组和 NIV 组的住院死亡率没有统计学差异,与 Granton 等^[12]的报道一致。本研究住院死亡率为 11.1% (HFNC 组)和 10.0% (NIV 组),而 China-HF 研究^[14]心衰患者的住院病死率为 4.1%,分析结果可见,China-HF 研究人群是普通病房的心衰患者,而本研究的人群是 ICU 需要机械通气的心衰患者,显然本研究患者的病情重于 China-HF 研究的患者。本研究患者死亡主要原因心衰为 5/7 (HFNC 组)和 5/6 (NIV 组),与文献报道相似^[15]。本研究 HFNC 组增加了住 ICU 时间和总住院时间,与文献报道不一致^[5,12],考虑主要与研究对象不同有关,但结果没有统计学差异。

NIV 不良反应鼻梁皮肤损伤和胃肠胀气发生率分别是 10.0%和 15.0%,低于文献报道的 15.8%和 23.4%^[16],可能与研究人群、NIV 的时间、压力支持水平和护理措施等有关,本研究没有发现误吸现象。

本研究的主要局限是参加研究的团队知道研究分组情况,为了减少这种不可避免的偏倚,研究人员被排除在临床决定之外,但不可能完全排除这种偏倚。另一个局限是没有从患者舒适度来评估不良反应。

综上所述,AHF 患者有创机械通气拔管后行 HFNC 的再插管率和 NIV 治疗没有差异,并且未发生不良事件,因此, HFNC 是一种有效的替代治疗方法^[17-18]。

参考文献

- [1] Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, et al. Universal definition and classification of heart failure: a report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure; Endorsed by the Canadian Heart Failure Society, Heart Failure Association of India, Cardiac Society of Australia and New Zealand, and Chinese Heart Failure Association[J]. Eur J Heart Fail, 2021,23(3): 352-380.
- [2] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会.中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018[J].中华心血管病杂志,2018, 46(10): 760-789. Chinese Journal of Cardiology, Chinese Society of Cardiology, Committee of Cardiology Chinese guidelines for diagnosis and treatment of heart failure 2018[J]. Chin J Cardio Dis, 2018, 46(10): 760-789.
- [3] Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing

- spontaneously[J]. *N Engl J Med*, 1996, 335(25): 1864-1869.
- [4] Thille AW, Harrois A, Schortgen F, et al. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients[J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(12): 2612-2618.
- [5] Hernández G, Vaquero C, Colinas L, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs noninvasive ventilation on reintubation and postextubation respiratory failure in high-risk patients: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2016, 316(15): 1565-1574.
- [6] Ouellette DR, Patel S, Girard TD, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: an official American college of chest physicians/American thoracic society clinical practice guideline[J]. *Chest*, 2017, 151(1): 166-180.
- [7] Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers[J]. *Aust Crit Care*, 2007, 20(4): 126-131.
- [8] 胡志青,叶正龙.经鼻高流量湿化氧疗在急性心力衰竭的临床研究进展[J].*中国临床研究*, 2019, 32(4): 564-565, 569.
Hu ZQ, Ye ZL. Clinical research progress of nasal high-flow humidified oxygen therapy in acute heart failure [J]. *Chin J Clin Res*, 2019, 32(4): 564-565, 569.
- [9] Cortegiani A, Crimi C, Noto A, et al. Effect of high-flow nasal therapy on dyspnea, comfort, and respiratory rate[J]. *Crit Care*, 2019, 23(1): 201.
- [10] 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.
- [11] 刘琴,谢湘梅,骆佳佳,等.经鼻高流量氧疗用于拔管后患者疗效的系统评价再评价[J].*中华全科医学*, 2021, 19(6): 1029-1034.
Liu Q, Xie XM, Luo JJ, et al. The efficacy of high-flow nasal cannula oxygen therapy for patients after extubation: an overview of systematic reviews[J]. *Chinese Journal of General Practice*, 2021, 19(6): 1029-1034.
- [12] Granton D, Chaudhuri D, Wang D, et al. High-flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy or noninvasive ventilation immediately ostextubation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Critical Care Medicine*, 2020, 48(11): e1129-e1136.
- [13] Stéphan F, Barrucand B, Petit P, et al. High-flow nasal oxygen vs noninvasive positive airway pressure in hypoxemic patients after cardiothoracic surgery: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 313(23): 2331-2339.
- [14] Zhang YH, Zhang J, Butler J, et al. Contemporary epidemiology, management, and outcomes of patients hospitalized for heart failure in China: results from the China heart failure (China-HF) registry [J]. *J Card Fail*, 2017, 23(12): 868-875.
- [15] 中华医学会心血管病学分会. 中国部分地区1980、1990、2000年慢性心力衰竭住院病例回顾性调查[J]. *中华心血管病杂志*, 2002, 30(8): 450-454.
Society of Cardiology, Chinese Medical Association. Retrospective investigation of hospitalized patients with heart failure in some parts of China in 1980, 1990 and 2000[J]. *Chin J Cardiol*, 2002, 30(8): 450-454.
- [16] 慢性阻塞性肺疾病无创机械通气治疗研究协作组. 早期应用无创正压通气治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者的多中心随机对照研究[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2005, 28(10): 680-684.
Collaborative Research Group of Noninvasive Mechanical Ventilation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Early use of noninvasive positive pressure ventilation for patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a multicentre randomized controlled trial[J]. *Chin J Tuberc Respir Dis*, 2005, 28(10): 680-684.
- [17] Binda F, Iotti M, Adamini I, et al. Effectiveness of high flow nasal cannula oxygen therapy to prevent reintubation risk in critical patient: a literature review[J]. *Scenario*, 2018, 35(4): 6-13.
- [18] Dhillon NK, Smith E, Ko A, et al. Extubation to high-flow nasal cannula in critically ill surgical patients.[J]. *J Surg Res*, 2017, 217: 258-264.

收稿日期:2022-01-12 修回日期:2022-02-05 编辑:王国品