

外科 ICU 患者脱机后序贯经鼻高流量氧疗的特点及治疗失败的危险因素分析

赵慧颖¹ 罗建² 吕杰¹ 王慧霞¹ 冀慧娟¹ 安友仲¹

¹北京大学人民医院重症医学科 100044; ²吉安县人民医院重症医学科,江西吉安 343100

通信作者:安友仲, Email:bjicu@163.com

【摘要】目的 分析有创机械通气脱机后序贯经鼻高流量氧疗(HFNC)的特点及治疗失败的危险因素。**方法** 选择2016年6月1日至2018年5月31日北京大学人民医院外科重症医学科(ICU)有创机械通气脱机后序贯HFNC治疗的患者。收集患者一般临床资料、呼吸治疗相关参数、呼吸生理相关指标、循环相关指标及结局指标,分析脱机后序贯HFNC的治疗特点。根据HFNC失败与否将患者分为HFNC失败组与HFNC成功组,比较两组各项指标的差异;采用多因素Logistic回归分析HFNC治疗失败的独立危险因素,并对各危险因素和回归模型预估值预测治疗失败的价值进行受试者工作特征曲线(ROC)分析。**结果** 共纳入99例患者,男性61例,中位年龄67.0(57.0,76.0)岁。HFNC初始治疗流速为50(50,60)L/min,吸入氧浓度(FiO₂)为0.50(0.40,0.60)。有18例患者(18.2%)HFNC治疗失败。与HFNC成功组相比, HFNC失败组序贯器官衰竭评分(SOFA)更高[分:4(3,5)比2(1,3), $P<0.01$],治疗前血B型利钠肽(BNP)水平更高[ng/L:647.2(399.2,1331.3)比127.2(55.2,369.5), $P<0.01$], HFNC治疗30min呼吸频率(RR)和心率(HR)更快[RR(次/min):26(22,28)比19(17,21),HR(次/min):105(97,107)比85(77,90),均 $P<0.01$],平均动脉压(MAP)更高[mmHg(1mmHg=0.133kPa):104.3(101.7,110.7)比92.3(88.3,97.7), $P<0.01$],氧合指数(PaO₂/FiO₂)更低[mmHg:207.3(185.8,402.8)比320.2(226.2,361.5), $P<0.05$]。多因素Logistic回归分析显示,SOFA评分[优势比(OR)=2.818, $P=0.022$, $\beta=1.036$]、治疗前BNP(OR=1.002, $P=0.033$, $\beta=0.002$)和治疗30min HR(OR=1.140, $P=0.032$, $\beta=0.131$)为HFNC治疗失败的独立危险因素。ROC曲线分析显示,SOFA、治疗前BNP、治疗30min HR和Logistic回归模型预估值预测HFNC失败的ROC曲线下面积(AUC)分别为0.840、0.859、0.860和0.962,均有较好的预测价值(均 $P<0.01$)。**结论** 脱机后序贯HFNC治疗是ICU常用的氧疗手段之一,但并不是所有患者都能从中获益;SOFA评分、治疗前BNP和治疗30min HR为外科ICU有创机械通气患者脱机后序贯HFNC治疗失败的独立危险因素,且各独立危险因素及回归模型均可预测HFNC治疗成功与否。

【关键词】 高流量氧疗; 脱机; 序贯治疗; 失败; 危险因素

基金项目:国家临床重点专科建设项目(2011-872)

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.06.006

Characteristics and failure risk factors of sequential high-flow nasal cannula oxygen therapy after weaning from invasive ventilation in patients of surgical intensive care unit

Zhao Huiying¹, Luo Jian², Lyu Jie¹, Wang Huixia¹, Ji Huijuan¹, An Youzhong¹

¹Department of Critical Care Medicine, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China; ²Ji'an County People's Hospital, Ji'an 343100, Jiangxi, China

Corresponding author: An Youzhong, Email:bjicu@163.com

【Abstract】Objective To investigate the characteristics and failure risk factors of sequential high-flow nasal cannula oxygen therapy (HFNC) after weaning from invasive ventilation. **Methods** The patients who received sequential HFNC after weaning from invasive ventilation admitted to surgical intensive care unit (ICU) of Peking University People's Hospital from June 1st 2016 to May 31st 2018 were retrospectively analyzed. Clinical variables, respiratory therapy parameters, respiratory variables, cardiac variables and outcomes were reviewed and analyzed. Treatment characteristics of HFNC after weaning was analyzed. Patients were divided into HFNC success group and HFNC failure group according to the failure of HFNC, and the differences between the two groups were compared. The independent risk factors of HFNC treatment failure were analyzed by Logistic regression analysis. The value of predictive treatment failure of risk factors and regression models were analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** A total of 99 patients were included, 61 men, and the median age was 67.0 (57.0, 76.0) years old. The median initial HFNC flow was 50 (50, 60) L/min, and inspired oxygen concentration (FiO₂) was 0.50 (0.40, 0.60). Eighteen patients experienced HFNC failure (18.2%). Compared with the HFNC success group, the sequential organ failure assessment (SOFA) score in the HFNC failure group was higher [4 (3, 5) vs. 2 (1, 3), $P < 0.01$], B type natriuretic peptide (BNP) before HFNC therapy were significant higher [ng/L: 647.2 (399.2, 1331.3) vs. 127.2 (55.2, 369.5), $P < 0.01$], and respiratory frequency (RR) and heart rate (HR) were significant faster, mean arterial pressure (MAP) was significant higher, oxygen index (PaO₂/FiO₂) was significant lower after 30 minutes HFNC treatment [RR (times/min): 26 (22, 28) vs. 19 (17, 21), HR (bpm): 105 (97, 107) vs. 85 (77, 90), MAP (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa): 104.3 (101.7, 110.7)

vs. 92.3 (88.3, 97.7), PaO₂/FiO₂ (mmHg): 207.3 (185.8, 402.8) vs. 320.2 (226.2, 361.5), all $P < 0.05$]. It was shown by multiple Logistic regression analysis that the SOFA score [odds ratio (OR) = 2.818, $P = 0.022$, $\beta = 1.036$], BNP before HFNC treatment (OR = 1.002, $P = 0.033$, $\beta = 0.002$) and HR after HFNC treatment 30 minutes (OR = 1.140, $P = 0.032$, $\beta = 0.131$) were independent risk factors for HFNC treatment failure. It was shown by ROC curve that the area under the ROC curve (AUC) for the prediction of HFNC failure was 0.840, 0.859, 0.860 and 0.962 for SOFA, BNP before HFNC treatment, HR after HFNC treatment 30 minutes, and regression model, all had good forecast values (all $P < 0.01$). **Conclusions** HFNC is one of the commonly used oxygen therapy methods in the ICU, but not all patients who are treated as a sequential therapy after invasive mechanical ventilation weaning can benefit from it. SOFA score, BNP before HFNC treatment and HR after 30 minutes HFNC treatment were independent risk factors of HFNC failure. Each independent risk factor and regression model can predict the success of HFNC treatment.

【Key words】 High-flow nasal cannula oxygen therapy; Weaning; Sequential therapy; Failure; Risk factor

Fund program: National Clinical Key Specialty Construction Project of China (2011-872)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.06.006

经鼻高流量氧疗(HFNC)是一种新型的氧疗设备,近年来在重症呼吸衰竭(呼衰)患者中应用越来越广泛,该装置产生的高流量气流具有冲刷死腔、产生轻度气道正压、主动加温加湿、精确控制吸入氧浓度(FiO₂)等优点^[1-2]。在治疗急性呼衰患者中, HFNC较传统氧疗能够改善患者的氧合、降低呼吸频率、增加舒适度^[3-4]。本课题组前期荟萃分析也表明, HFNC与传统氧疗相比能够显著降低气管插管率^[5]。正是由于上述各种优点, HFNC目前在重症医学科(ICU)中常被用于有创机械通气脱机后的序贯治疗^[6-7]。但是,并不是所有的患者都能从HFNC中获益,若氧疗效果不佳,仍需使用无创机械通气或者有创机械通气。Kang等^[8]研究表明, HFNC超过48 h后气管插管患者相对于HFNC 48 h内再插管患者的ICU病死率更高。因此,总结HFNC失败的危险因素,早期识别此类患者,避免因应用HFNC而延误治疗,对脱机后、特别是困难脱机后患者如何选择序贯氧疗方式具有重要的意义。本研究旨在分析有创机械通气患者脱机后序贯HFNC的特点及失败危险因素。

1 资料与方法

1.1 研究对象:选择2016年6月1日至2018年5月31日入住北京大学人民医院外科ICU患者。

1.1.1 纳入标准:入住外科ICU且有创机械通气时间 ≥ 24 h;脱机后序贯HFNC。

1.1.2 排除标准:年龄 < 18 岁;孕妇;放弃治疗者;临床资料不全者。

1.2 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,为本课题组前期一项前瞻性研究数据的二次分析,已经医院伦理委员会批准(审批号:2016PHB004-01)。

1.3 观察指标

1.3.1 一般临床资料:性别、年龄、主要诊断、急性生理学及慢性健康状况评分II(APACHE II)、序贯

器官衰竭评分(SOFA)、既往病史(慢性肺部疾病、高血压、糖尿病、冠心病)。

1.3.2 呼吸治疗相关指标:有创机械通气脱机前参数,包括压力支持(PS)和呼气末正压(PEEP)。HFNC初始治疗参数,包括流速及FiO₂。

1.3.3 呼吸生理相关指标:HFNC治疗前及治疗30 min的呼吸频率(RR)、氧合指数(PaO₂/FiO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、pH值、碳酸氢根(HCO₃⁻)。

1.3.4 循环相关指标:HFNC治疗前及治疗30 min的平均动脉压(MAP)、心率(HR); HFNC治疗前心肌钙蛋白I(TnI)、B型利钠肽(BNP)水平。

1.3.5 结局指标:HFNC治疗失败,定义为患者需要进行更高级的呼吸支持(无创机械通气或有创机械通气),具体标准按照临床医生的判断。

1.4 研究分组:根据HFNC治疗失败与否,将患者分为HFNC成功组和HFNC失败组。

1.5 统计学方法:采用Stata 15.1软件对数据进行统计学分析。正态分布计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,组间比较采用非参数检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。多因素分析采用Logistic回归分析,并保留回归模型的预估值。用受试者工作特征曲线(ROC)评价各独立危险因素对HFNC失败的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料:共纳入99例有创机械通气时间 ≥ 24 h脱机后序贯HFNC治疗的患者,其中男性占61.6%,中位年龄67.0(57.0, 76.0)岁,有创机械通气脱机前均为压力支持通气模式,PS中位数为8(6, 8) cmH₂O(1 cmH₂O=0.098 kPa), PEEP中位数为5(5, 5) cmH₂O, FiO₂均为0.40。HFNC初始治疗时流速为50(50, 60) L/min, FiO₂为0.50(0.40, 0.60)。

2.2 患者预后情况:99例患者中,18例(18.2%)序贯 HFNC 治疗失败,转为机械通气治疗,其中14例(77.8%)转为无创机械通气治疗,4例(22.2%)再次气管插管转为有创机械通气治疗。

2.3 HFNC 成功组与失败组各指标单因素分析(表1)

2.3.1 一般临床指标:HFNC 失败组 SOFA 评分显著高于 HFNC 成功组($P<0.01$),而两组年龄、性别、APACHE II 评分及慢性肺部疾病、高血压、糖尿病和冠心病等既往病史等指标差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.3.2 呼吸治疗相关指标:两组间有创机械通气脱机前的 PS、PEEP 及 HFNC 初始治疗时的流速和 FiO_2 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.3.3 呼吸生理相关指标:HFNC 治疗 30 min, HFNC

失败组 RR 显著高于 HFNC 成功组, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 显著低于 HFNC 成功组(均 $P<0.05$)。而两组间 HFNC 治疗前的 RR、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、 PaCO_2 、pH 值、 HCO_3^- 以及 HFNC 治疗 30 min 的 PaCO_2 、pH 值、 HCO_3^- 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.3.4 循环相关指标:HFNC 失败组 HFNC 治疗前 BNP 水平以及 HFNC 治疗 30 min 的 HR 和 MAP 均显著高于 HFNC 成功组(均 $P<0.05$)。而两组间 HFNC 治疗前 HR、MAP 和 TnI 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.4 HFNC 治疗失败的多因素 Logistic 回归分析(表2):以 HFNC 治疗失败为因变量(Y),将单因素分析中差异有统计学意义的指标,如 SOFA 评分(X_1)、HFNC 治疗前血 BNP 水平(X_2)、HFNC 治疗 30 min

表1 脱机后序贯 HFNC 治疗成功组与失败组外科 ICU 机械通气患者各项指标的单因素比较

变量	总体 (n=99)	HFNC 成功组 (n=81)	HFNC 失败组 (n=18)	U/χ^2 值	P 值
年龄[岁, $M(Q_L, Q_U)$]	67.0(57.0, 76.0)	67.0(53.0, 76.0)	67.5(64.5, 69.5)	0.759	0.384
男性[例(%)]	61(61.6)	50(61.7)	11(61.1)	0.002	0.961
APACHE II [分, $M(Q_L, Q_U)$]	15(12, 21)	15(11, 21)	16(13, 22)	0.584	0.592
SOFA [分, $M(Q_L, Q_U)$]	2(1, 3)	2(1, 3)	4(3, 5)	21.021	<0.001
既往病史[例(%)]					
高血压	57(57.6)	45(55.6)	12(66.7)	0.744	0.388
冠心病	19(19.2)	15(18.5)	4(22.2)	0.130	0.718
糖尿病	20(20.2)	16(19.8)	4(22.2)	0.056	0.813
慢性肺部疾病	6(6.1)	5(6.2)	1(5.6)	0.010	0.921
脱机前参数					
PS [cmH ₂ O, $M(Q_L, Q_U)$]	8(6, 8)	6(6, 8)	8(6, 8)	0.649	0.421
PEEP [cmH ₂ O, $M(Q_L, Q_U)$]	5(5, 5)	5(5, 5)	5(5, 5)	1.258	0.262
HFNC 初始治疗参数					
流速 [L/min, $M(Q_L, Q_U)$]	50(50, 60)	50(40, 60)	50(50, 60)	0.573	0.539
FiO_2 [$M(Q_L, Q_U)$]	0.50(0.40, 0.60)	0.50(0.40, 0.60)	0.50(0.40, 0.60)	0.649	0.421
HFNC 治疗前参数					
RR [次/min, $M(Q_L, Q_U)$]	18(16, 21)	18(16, 20)	18(17, 20)	0.508	0.476
PaCO_2 [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	30.6(28.6, 33.9)	30.2(28.2, 33.5)	31.8(30.4, 33.9)	2.336	0.137
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	350.0(237.8, 419.8)	349.8(241.8, 415.3)	385.0(202.3, 424.8)	0.865	0.352
pH 值 [$M(Q_L, Q_U)$]	7.4(7.4, 7.5)	7.4(7.4, 7.5)	7.5(7.4, 7.5)	2.282	0.131
HCO_3^- [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]	22.3(20.7, 24.7)	22.2(21.1, 22.8)	25.4(19.7, 25.7)	1.033	0.310
HR [次/min, $M(Q_L, Q_U)$]	87(78, 91)	86(76, 90)	87(83, 93)	2.659	0.103
MAP [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	90.0(83.0, 94.3)	89.7(82.0, 94.3)	92.5(88.0, 93.7)	0.743	0.389
BNP [ng/L, $M(Q_L, Q_U)$]	178.0(64.5, 459.5.2)	127.2(55.2, 369.5)	647.2(399.2, 1331.3)	31.030	<0.001
TnI [$\mu\text{g/L}$, $M(Q_L, Q_U)$]	0.012(0.005, 0.042)	0.012(0.005, 0.040)	0.012(0.008, 0.062)	0.866	0.352
HFNC 治疗 30 min 参数					
RR [次/min, $M(Q_L, Q_U)$]	19(18, 22)	19(17, 21)	26(22, 28)	25.324	<0.001
PaCO_2 [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	34.2(30.5, 36.7)	34.4(30.8, 36.5)	33.8(29.5, 39.4)	0.463	0.496
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	310.2(187.3, 375.3)	320.2(226.2, 361.5)	207.3(185.8, 402.8)	4.510	0.043
pH 值 [$M(Q_L, Q_U)$]	7.4(7.4, 7.5)	7.4(7.4, 7.5)	7.5(7.4, 7.5)	0.623	0.430
HCO_3^- [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]	22.6(20.6, 24.3)	22.4(20.6, 24.1)	23.2(22.1, 25.5)	0.807	0.369
HR [次/min, $M(Q_L, Q_U)$]	86(77, 94)	85(77, 90)	105(97, 107)	22.760	<0.001
MAP [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	94.0(88.7, 101.7)	92.3(88.3, 97.7)	104.3(101.7, 110.7)	20.423	<0.001

注: HFNC 为经鼻高流量氧疗, ICU 为重症医学科, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, SOFA 为序贯器官衰竭评分, PS 为压力支持, PEEP 为呼气末正压, FiO_2 为吸入氧浓度, RR 为呼吸频率, PaCO_2 为动脉血二氧化碳分压, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 为氧合指数, HCO_3^- 为碳酸氢根, HR 为心率, MAP 为平均动脉压, BNP 为 B 型利钠肽, TnI 为肌钙蛋白 I; 1 cmH₂O=0.098 kPa, 1 mmHg=0.133 kPa

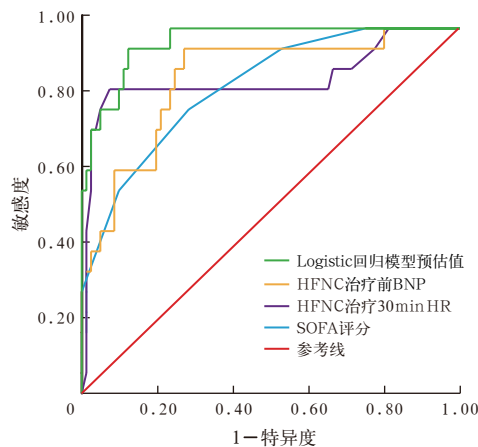
的RR(X_3)、PaO₂/FiO₂(X_4)、HR(X_5)和MAP(X_6)为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,SOFA 评分、HFNC 治疗前 BNP 水平和 HFNC 治疗 30 min 的 HR 为 HFNC 治疗失败的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。回归模型: $Y = -20.715 + 1.036X_1 + 0.002X_2 - 0.085X_3 + 0.006X_4 + 0.131X_5 + 0.011X_6$, 回归模型 $\chi^2 = 56.97, P < 0.01$ 。

表 2 外科 ICU 患者有创机械通气脱机后序贯 HFNC 治疗失败的多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	OR 值	P 值
SOFA 评分	1.036	2.818	0.022
HFNC 治疗前 BNP	0.002	1.002	0.033
HFNC 治疗 30 min HR	0.131	1.140	0.032

注:ICU 为重症医学科, HFNC 为经鼻高流量氧疗, SOFA 为序贯器官衰竭评分, BNP 为 B 型利钠肽, HR 为心率, OR 为优势比

2.5 各独立危险因素对 HFNC 失败的预测价值(图 1; 表 3): 将独立危险因素 SOFA 评分、HFNC 治疗前 BNP 水平、HFNC 治疗 30 min 的 HR 和 Logistic 回归模型预估值分别进行 ROC 曲线分析, 其 ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.840、0.859、0.860 和 0.962, 均具有较好的预测价值。



注: ICU 为重症医学科, HFNC 为经鼻高流量氧疗, ROC 曲线为受试者工作特征曲线, BNP 为 B 型利钠肽, HR 为心率, SOFA 为序贯器官衰竭评分

图 1 各独立危险因素和 Logistic 回归模型预估值预测外科 ICU 有创机械通气患者脱机后序贯 HFNC 治疗失败的 ROC 曲线

3 讨论

本研究显示,外科 ICU 有创机械通气时间 ≥ 24 h、脱机后序贯 HFNC 治疗的 99 例患者中,有 18 例 HFNC 治疗失败,失败率为 18.2%。18 例失败患者中有 77.8% 转为无创机械通气,其余转为有创机械通气。HFNC 成功组与失败组患者脱机前呼吸机条件和 HFNC 初始治疗条件均无差异,说明两组患者基线治疗水平较一致。HFNC 因具备主动加热加湿、精确控制 FiO₂、冲刷死腔、产生气道正压、增加患者舒适度等优点^[1-4],近年来在 ICU 中应用越来越广泛,成为有创机械通气脱机后序贯治疗措施之一^[5-7, 9-11]。虽然近期的大规模随机对照临床试验(RCT)及荟萃分析都表明 HFNC 优于传统氧疗,且不劣于无创机械通气^[12-13],但我们需警惕,并不是所有的患者都能从 HFNC 中获益, HFNC 并不能作为无创氧疗的终极手段,其还不能完全替代无创机械通气。Kang 等^[8]的一项回顾性研究显示, HFNC 超过 48 h 后气管插管患者相对于 HFNC 48 h 内再插管患者 ICU 病死率更高,再拔管成功率更低,说明不恰当的 HFNC 可能延误患者气管插管,导致预后恶化。Roca 等^[14]的研究表明,对于重症肺炎患者, HFNC 治疗失败率高达 28%。因此, HFNC 治疗前我们需要认真评估患者,治疗后更需密切监测,以防 HFNC 治疗失败。

HFNC 是较精确地提供恒温恒湿、高浓度氧气和高通气流量的氧疗,其本质仍然是生理的负压模式。但由于其已经提供并保证了高通气量(本研究中的中位数为 50 L/min),通气不足所致的呼吸窘迫将会得到缓解,RR 下降,氧合改善。相反,若应用 HFNC 后机体仍然表现为呼吸窘迫(RR 加快、HR 增加、PaO₂/FiO₂ 下降),往往说明低氧呼吸窘迫与通气无关,很可能是肺泡与肺毛细血管的气体交换障碍或者循环的原因。而且这种呼吸与 HR 的代偿增加很可能加剧通气/血流(V/Q)比例失衡,加重呼吸窘迫而最终导致脱机失败。

表 3 各独立危险因素和 Logistic 回归模型预估值对外科 ICU 患者有创机械通气脱机后序贯 HFNC 治疗失败的预测价值

指标	AUC	95%CI	P 值	截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值	阴性预测值	阳性似然比	阴性似然比
SOFA 评分	0.840	0.744 ~ 0.936	<0.001	3	77.78	71.60	0.733	0.763	2.739	0.310
HFNC 治疗前 BNP	0.859	0.761 ~ 0.957	<0.001	349.8	94.44	72.84	0.777	0.929	3.477	0.076
HFNC 治疗 30 min HR	0.860	0.730 ~ 0.990	<0.001	96	83.33	92.59	0.918	0.872	11.250	0.180
Logistic 回归模型预估值	0.962	0.927 ~ 0.998	<0.001		94.44	87.65	0.884	0.940	7.650	0.063

注: ICU 为重症医学科, HFNC 为经鼻高流量氧疗, SOFA 为序贯器官衰竭评分, HR 为心率, BNP 为 B 型利钠肽, AUC 为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI 为 95% 可信区间; 空白代表无此项

本研究显示,与 HFNC 成功组比较, HFNC 失败组 SOFA 评分、治疗前 BNP 水平、治疗早期(30 min) RR、HR 和 MAP 均显著升高,治疗早期(30 min) PaO₂/FiO₂ 显著降低;多因素 Logistic 回归分析显示, SOFA 评分、治疗前 BNP 和治疗 30 min HR 为 HFNC 治疗失败的独立危险因素。说明以心脏舒张功能损伤为主的器官功能不全是 HFNC 治疗失败的主要原因。分析原因,对于心力衰竭引起的心源性肺水肿,无创机械通气因气道正压带来的对心脏前后负荷的降低作用,从而具备非常大的优势^[15],并因此作为无创机械通气的重要适应证之一。虽然高流量氧疗也能产生一定的 PEEP,但压力较低。在成人患者,保持口唇良好闭合的情况下产生的 PEEP 小于 5~8 cmH₂O^[16],并且患者张口后压力迅速下降^[17]。而本研究中脱机前吸气压力为 8 cmH₂O, PEEP 为 5 cmH₂O,并且对于重症患者一直保持口唇完全闭合具有非常大的难度,因此很难达到有效的 PEEP。BNP 是反映心脏舒张顺应性的重要指标之一,以往研究表明, BNP 是机械通气困难脱机的重要预测指标,并能很好地发现因心肌舒张功能减退所导致的困难脱机^[18]。HR 是反映患者心肺功能及代谢水平的重要而敏感的指标。BNP 与 HR 同时增加,则提示患者心肌做功增加且左心室舒张功能障碍加重,也是 V/Q 失衡、肺水增加的预警指标。有研究表明,器官功能不全、胸部 X 线指标、血流动力学不稳定及 HFNC 治疗早期呼吸、循环、氧合指标的恶化为 HFNC 治疗失败的危险因素^[14,19],与本研究结果相似。

本研究存在一定的局限性,为单中心回顾性研究,并且纳入患者为外科重症患者,既往合并慢性肺部疾病的比例较低,我们下一步计划开展前瞻性研究、拓宽患者的种类,并加入肺部超声等影像学指标,为更优地应用 HFNC 治疗提供指导。

综上, HFNC 具有很大优势,是 ICU 常用的氧疗手段之一,但并不是所有有创机械通气患者脱机后都能从序贯治疗中获益,其并不是心脏功能不全患者的最佳选择,而 SOFA 评分、治疗前 BNP 和治疗 30 min HR 为其治疗失败的独立危险因素。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Sotello D, Rivas M, Mulkey Z, et al. High-flow nasal cannula oxygen in adult patients: a narrative review [J]. *Am J Med Sci*, 2015, 349 (2): 179-185. DOI: 10.1097/MAJ.0000000000000345.
- [2] Spoleitini G, Alotaibi M, Blasi F, et al. Heated humidified high-flow nasal oxygen in adults: mechanisms of action and clinical implications [J]. *Chest*, 2015, 148 (1): 253-261. DOI: 10.1378/chest.14-2871.
- [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] 吕珊,安友仲.主动温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.
- [5] Lyu S, An YZ. The application of actively heated humidified high flow nasal cannula oxygen therapy in adults [J]. *Chin Crit Care Med*, 2016, 28 (1): 84-88. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.01.018.
- [5] Zhao H, Wang H, Sun F, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy is superior to conventional oxygen therapy but not to noninvasive mechanical ventilation on intubation rate: a systematic review and meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2017, 21 (1): 184. DOI: 10.1186/s13054-017-1760-8.
- [6] Hernández G, Vaquero C, González P, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2016, 315 (13): 1354-1361. DOI: 10.1001/jama.2016.2711.
- [7] 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.
- [7] Shen JW, An YZ. High flow nasal cannula in patients after trachea extubation [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (1): 85-89. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.019.
- [8] Kang BJ, Koh Y, Lim CM, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality [J]. *Intensive Care Med*, 2015, 41 (4): 623-632. DOI: 10.1007/s00134-015-3693-5.
- [9] 杜欣欣,杨春波,潘鹏飞,等.经鼻高流量氧疗对改善成人心脏外科术后患者肺不张疗效的 Meta 分析 [J].中华危重病急救医学,2018,30(8):748-753. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.007.
- [9] Du XX, Yang CB, Pan PF, et al. Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy on improving the atelectasis in adults after cardiac surgeries: a Meta-analysis [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (8): 748-753. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.007.
- [10] 岳伟岗,张志刚,张彩云,等.经鼻高流量氧疗对呼吸衰竭患者疗效的 Meta 分析 [J].中华危重病急救医学,2017,29(5):396-402. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.003.
- [10] Yue WG, Zhang ZG, Zhang CY, et al. High-flow nasal cannulae oxygen in patients with respiratory failure: a meta-analysis [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (5): 396-402. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.003.
- [11] 朱正方,刘煜昊,王启星,等.经鼻高流量氧疗用于机械通气脱机拔管后序贯治疗的初步评价 [J].中华危重病急救医学,2017,29(9):778-782. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.09.003.
- [11] Zhu ZF, Liu YH, Wang QX, et al. Preliminary evaluation of sequential therapy by high flow nasal cannula oxygen therapy following endotracheal tube extubation in mechanically ventilated patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (9): 778-782. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.09.003.
- [12] 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.
- [13] Xu Z, Li Y, Zhou J, et al. High-flow nasal cannula in adults with acute respiratory failure and after extubation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Respir Res*, 2018, 19 (1): 202. DOI: 10.1186/s12931-018-0908-7.
- [14] Roca O, Messika J, Caralt B, et al. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: the utility of the ROX index [J]. *J Crit Care*, 2016, 35: 200-205. DOI: 10.1016/j.jccr.2016.05.022.
- [15] Masip J, Peacock WF, Price S, et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39 (1): 17-25. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx580.
- [16] Nielsen KR, Ellington LE, Gray AJ, et al. Effect of high-flow nasal cannula on expiratory pressure and ventilation in infant, pediatric, and adult models [J]. *Respir Care*, 2018, 63 (2): 147-157. DOI: 10.4187/respcare.05728.
- [17] Luo JC, Lu MS, Zhao ZH, et al. Positive end-expiratory pressure effect of 3 high-flow nasal cannula devices [J]. *Respir Care*, 2017, 62 (7): 888-895. DOI: 10.4187/respcare.05337.
- [18] Zapata L, Vera P, Roglan A, et al. B-type natriuretic peptides for prediction and diagnosis of weaning failure from cardiac origin [J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37 (3): 477-485. DOI: 10.1007/s00134-010-2101-4.
- [19] Messika J, Ben Ahmed K, Gaudry S, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy in subjects with ARDS: a 1-year observational study [J]. *Respir Care*, 2015, 60 (2): 162-169. DOI: 10.4187/respcare.03423.

(收稿日期:2019-01-15)