

· 经验交流 ·

经鼻高流量氧疗在 ICU 气管插管拔管后呼吸衰竭患者中的应用

孙波 张天卿 胡雪忠 胡达冲 刘宇 姜明明 宋立青 孙勤

315300 慈溪, 慈溪市人民医院重症医学科

通信作者: 孙勤, Email: icusunqin@163.com

基金项目: 宁波市医学科技计划项目(2016A10); 慈溪市科技计划项目(CN2016018)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.02.0033

呼吸衰竭是 ICU 常见的收治指征, 对于这类患者, 常常需要气管插管机械通气, 直至导致此次呼吸衰竭的内在病因得到纠正。在 ICU 计划性拔管中有 10% ~ 20% 的患者会发生拔管后呼吸衰竭, 并导致再次插管^[1-3], 而再次插管则意味着患者更差的临床预后^[4-5], 所以对于 ICU 拔管后呼吸衰竭患者选择合适的氧疗或呼吸支持方式以避免再次插管很重要。近年来, 经鼻高流量氧气湿化治疗 (heated humidified high flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC), 一种新型的氧疗方式逐渐受到关注, 它能够迅速改善患者氧合, 减少呼吸做功, 且操作简易、舒适度高, 在呼吸危重症领域已得到越来越多的应用^[6]。2016 年, 韩国 Yoo 等^[7]一项单中心回顾性研究发现对于 ICU 气管插管拔管后呼吸衰竭的患者, 应用 HFNC 相比 NIV (无创机械通气) 有更好的舒适性、更短的 ICU 入住时间。本研究通过前瞻性研究方法进一步探讨 HFNC 相比 NIV 应用于 ICU 气管插管拔管后呼吸衰竭患者的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究对象为 2016.11.1 至 2018.4.30 收治慈溪市人民医院 ICU 并符合纳入标准的患者。所有患者均签署知情同意书并通过医院伦理委员会审查。入选标准: 年龄大于 18 岁, 气管插管机械通气时间大于 48 h, 通过主治医师撤机评估、筛查及 SBT 试验, 但在拔管后 24 h 内出现呼吸衰竭的患者, 定义为符合以下至少 1 条征象: ①呼吸性酸中毒 (动脉血 pH < 7.35 同时伴有 PaCO₂ > 45 mmHg); ②临床表现提示有呼吸肌疲劳或呼吸努力增加 (比如辅助呼吸肌运动, 或腹部反常呼吸运动); ③呼吸频率 > 25 次/min 持续 2 h 以上; ④低氧血症 (吸入氧体积分数大于 40% 的条件下 SpO₂ 小于 90% 或 PaO₂ 小于 60 mmHg); 排除标准: 年龄小于 18 岁者; 意识障碍者; 血流动力学不稳定者; 孕

妇; 气管切开者; 先前在家已有无创机械通气使用经验者; 拒绝再次气管插管者;

1.2 监测数据与方法

(1) 记录所有符合标准患者的基础情况, 包括: 年龄、性别、体质量指数 (BMI)、入院 24 h APACHE II 评分、拔管前机械通气时间、拔管至发生呼吸衰竭时间、原发疾病、合并基础疾病情况, 以及干预前的血气指标、氧合指数、呼吸频率、心率、平均动脉压、血乳酸值。通过随机数字法把纳入患者分配至高流量氧疗即 HFNC 组与无创机械通气即 NIV 组。

(2) 干预措施: 在原发病常规治疗基础上, 分别予 HFNC 或 NIV 呼吸支持。

HFNC 组: 初始流速设定为 35 L/min 和初始氧体积分数设置为 50% (AIRVO2, Optiflow, Fisher & Paykel, Auckland, New Zealand), 随后根据患者的需要和主治医师的临床评估进一步调整, 使 SpO₂ 维持在 92% ~ 98% (COPD 患者为 88% 至 95%)。持续治疗时间 24 h, 24 h 后改普通氧疗。期间由护理人员记录相关不良反应, 包括鼻面部皮损和治疗不耐受情况。如果达到再插管指征, 由临床主治医师决定再次插管。

NIV 组: 患者床头抬高至 45 度, 通过口鼻面罩连接呼吸机 (凯迪泰 FLEXO 无创呼吸机, S 模式), 初始压力设置为 10 cmH₂O, PEEP 设置为 4 cmH₂O, 氧体积分数初始设置为 50%, 根据患者的需要和主治医师的临床评估进一步调整, 使患者 SpO₂ 维持在 92% ~ 98% (COPD 患者为 88% ~ 95%)。应用 NIV 期间每 2 h 暂停 15 ~ 20 min 改普通氧疗, 期间患者可以饮食或跟医护人员交流, 同时护理人员评估无创面罩接触部位的皮肤损害情况, 并记录相关不良反应, 包括鼻面部皮损和治疗不耐受情况。24 h 后改普通氧疗。如果达到再插管指征, 由临床主治医师决定再次插管。

再插管指征: 两组患者经 HFNC 或 NIV 治疗至少 1 h

后出现下列情况之一者：①动脉血气 pH 或二氧化碳分压未见明显改善；②意识改变，致使无法配合 HFNC 或者 NIV 治疗者；③在高氧体积分数条件下 (FiO₂>60%)，SpO₂ 仍持续低于 85%；④无呼吸肌疲劳改善的征象；⑤血流动力学不稳定；⑥气道保护能力差，大量分泌物不能清除者；再插管与否最终由主治医师决定。

(3) 监测指标：记录比较两组患者在干预后 1、6、12、24 h 的 PaO₂/FiO₂、PaCO₂、呼吸频率、心率、舒适度评分，以及拔管后 72 h 再插管率、干预至再插管时间、拔管后 ICU 住院时间、ICU 住院死亡率、不良事件发生率。其中舒适度评分采用数值评分量表^[8]，即 0 分（舒适）到 10 分（极度不适），通过护士询问的方式对患者进行舒适度主观评价。

1.3 统计学方法

应用 SPSS20.0 统计软件对研究数据进行分析处理。先对计量资料进行正态性检验，符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 (Mean ± SD) 表示，比较采用独立样本 *t* 检验，非正态分布采用 Friedman 秩和检验。计数资料以频数和百分数表示，比较采用 χ^2 检验，以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者入组情况及一般临床资料

本研究共纳入 65 名符合标准的患者，其中 2 例患者拔管后紧急气管插管，未随机（随机数字法）分配入组，另有 3 例患者入组后因行急诊手术而再次插管，故予剔除。最终为 60 名，HFNC 组 31 名，NIV 组 29 名。两组患者的基

本情况比较差异无统计学意义（均 *P*>0.05），见表 1。干预前两组患者的呼吸循环指标比较差异无统计学意义（均 *P*>0.05），见表 2。

2.2 两组患者干预后循环、呼吸参数以及舒适度评分的比较

两组患者在干预后 1 至 24 h，氧合指数均逐步改善，呼吸频率、心率逐渐下降，见表 3 及图 1、2、3。其中 HFNC 组患者在干预后 12、24 h 的呼吸频率、心率均低于 NIV 组（均 *P* < 0.05）。而各时间点的 PaO₂/FiO₂、PaCO₂ 两组比较均差异无统计学意义（均 *P*>0.05）。HFNC 组患者在拔管后 1、6、12、24 h 的舒适度评分均显著低于 NIV 组（均 *P* < 0.01），见图 4。

2.3 两组患者终点事件及不良事件发生率的比较

HFNC 组拔管后 72 h 内有 9 例患者需重新插管，再插管率为 29.0%，NIV 组拔管后 72 h 内有 10 例患者需重新插管，再插管率为 34.5%，两组比较差异无统计学意义（*P*>0.05）。干预至再插管时间分别为：HFNC 组（15.5 ± 5.3）h 比 NIV 组（17.4 ± 7.2）h，两组比较差异无统计学意义（*P*>0.05）。而拔管后 ICU 住院时间 HFNC 组（7.6 ± 3.4）d 显著短于 NIV 组（10.1 ± 5.1）d，差异有统计学意义（*P* < 0.05）。在不良事件发生率方面，HFNC 组所有患者均未发现鼻黏膜及皮肤损害，但有 1 例患者不能耐受 HFNC 提前终止（3.2%），而 NIV 组有 8 例患者不耐受 NIV 治疗提前终止（27.6%），其中 5 例呼吸进展并再次插管，有 7 例患者发生面罩接触部位皮肤损害（24.1%），总体不良事件发生率比较：HFNC 组（1/31）显著低于 NIV 组（12/29），（*P* < 0.01）。

表 1 两组患者基本情况
Table 1 Baseline characteristics of the patients in two groups

指标	HFNC 组 (n=31)	NIV 组 (n=29)	<i>P</i> 值
年龄 (岁, Mean ± SD)	59.5 ± 10.4	61.3 ± 11.5	0.53
性别 (男 / 女)	21/10	20/9	0.92
BMI(kg/m ² , Mean ± SD)	22 ± 4.2	23 ± 4.6	0.38
入院 24 hAPACHE II 评分 (分, Mean ± SD)	16.7 ± 4.6	17.4 ± 4.3	0.55
拔管前机械通气时间 (d, Mean ± SD)	5.9 ± 2.8	6.1 ± 3.0	0.79
拔管至发生呼吸衰竭时间 (h, Mean ± SD)	11.4 ± 5.8	10.2 ± 6.3	0.45
原发疾病 (例)			
严重多发伤术后 (无连枷胸)	7	5	0.61
重症肺炎	10	7	0.49
AECOPD	5	6	0.65
脓毒性休克	6	7	0.65
心力衰竭	2	2	0.94
其他	1	2	0.51
合并基础疾病 (例)			
高血压	21	22	0.49
糖尿病	8	7	0.88
冠心病	4	3	0.76
慢性肾病	3	2	0.70

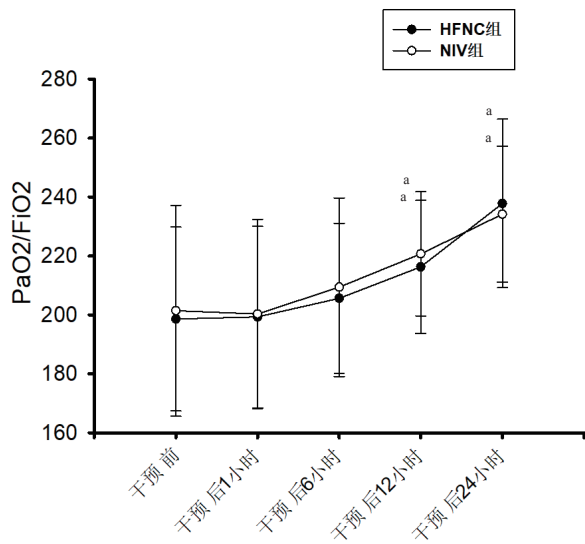
注：BMI：体质量指数，APACHE II：急性生理与慢性健康评估，AECOPD：慢性阻塞性肺疾病急性发作

3 讨论

拔管后呼吸衰竭 (Post-extubation respiratory failure, PERF) 导致再次插管是 ICU 危重症患者常见的问题之一。虽然至今没有确凿的证据支持 NIV 能预防拔管后呼吸衰竭和再插管, 但目前在国内, 无创呼吸机仍是预防拔管失败最常见、最经典的一种有效呼吸支持手段^[9], 而且在过去的 15 年拔管后 NIV 的应用增加了 10%^[10-11]。有研究表明^[12-13]: 对于存在再插管高风险的拔管后患者, NIV

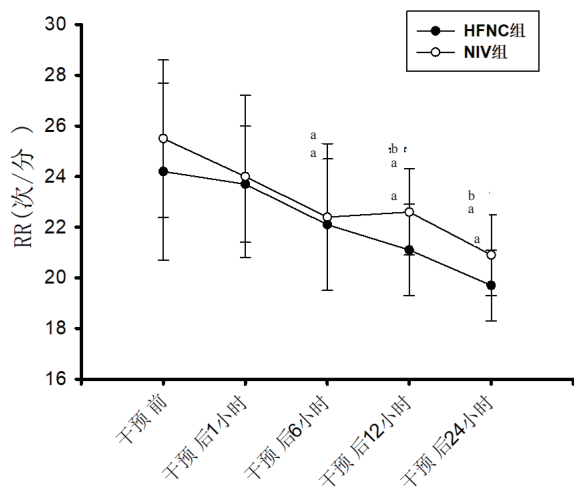
相比于常规氧疗能更有效地避免再插管和改善患者预后。然而, 临床实践发现, NIV 的有效实施相当不便, 且可造成患者的诸多不适, 并最终影响临床疗效^[14-15]。

近年来, 经鼻高流量氧气湿化治疗 (HFNC) 在国内外已广泛应用于各种成人呼吸衰竭患者, 并逐渐显现出是一种安全、高效、舒适的氧疗方式。相比于 NIV, HFNC 具有以下优势: 比如舒适性更好, 成本更低, 操作简易, 以及一些独特的生理机制^[16-17]。2016 年, Hernández 等^[18]一项针对脱机拔管后再插管高风险患者的研究, 结果发现



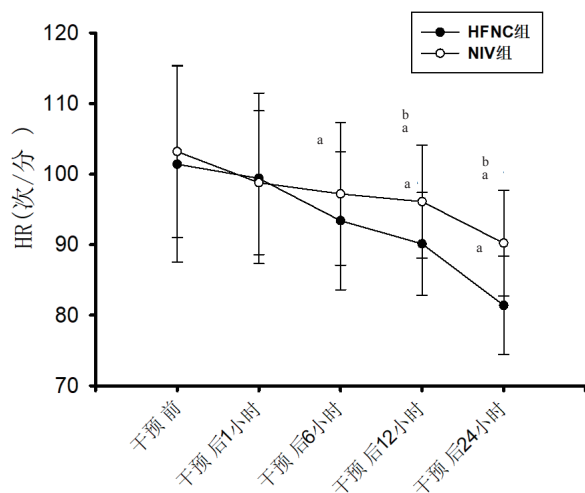
干预后各时间点与同组干预前比较, ^a $P < 0.05$; 同一时间点两组间比较, ^b $P < 0.05$;

图 1 两组患者干预前后氧合指数变化



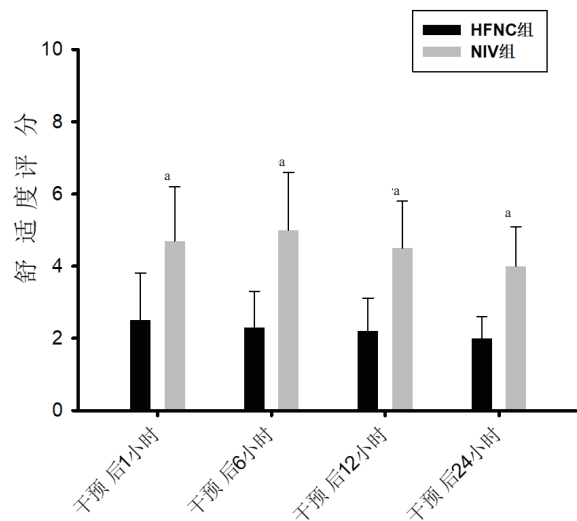
干预后各时间点与同组干预前比较, ^a $P < 0.05$; 同一时间点两组间比较, ^b $P < 0.05$;

图 2 两组患者干预前后呼吸频率变化



干预后各时间点与同组干预前比较, ^a $P < 0.05$; 同一时间点两组间比较, ^b $P < 0.05$;

图 3 两组患者干预前后心率变化



同一时间点两组间比较, ^a $P < 0.01$;

图 4 两组患者干预后舒适度评分比较

表 2 干预前两组患者呼吸循环指标比较

指标	HFNC 组 (n=31)	NIV 组 (n=29)	P 值
pH (Mean ± SD)	7.43 ± 0.06	7.41 ± 0.07	0.24
PaO ₂ (mmHg, Mean ± SD)	74.4 ± 23.1	80.9 ± 29.1	0.34
PaCO ₂ (mmHg, Mean ± SD)	37.2 ± 8.1	38.3 ± 7.6	0.59
PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg, Mean ± SD)	198.6 ± 31.2	201.4 ± 35.8	0.75
呼吸频率 (次/min, Mean ± SD)	24.2 ± 3.5	25.5 ± 3.1	0.13
心率 (次/min, Mean ± SD)	101.4 ± 13.9	103.2 ± 12.2	0.60
MAP (mmHg, Mean ± SD)	101.9 ± 15.7	105.8 ± 14.5	0.32
乳酸 (mmol/L, Mean ± SD)	1.4 ± 0.9	1.5 ± 0.8	0.65

注: PaO₂: 动脉血氧分压, PaCO₂: 动脉血二氧化碳分压, PaO₂/FiO₂: 氧合指数, MAP: 平均动脉压

表 3 干预后两组患者呼吸循环指标变化

指标	干预前		1 h		6 h		12 h		24 h	
	HFNC 组 (n=31)	NIV 组 (n=29)	HFNC 组 (n=31)	NIV 组 (n=29)	HFNC 组 (n=30)	NIV 组 (n=27)	HFNC 组 (n=27)	NIV 组 (n=25)	HFNC 组 (n=22)	NIV 组 (n=18)
PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg, Mean ± SD)	198.6 ± 31.2	201.4 ± 35.8	199.3 ± 30.8	200.3 ± 32.1	205.6 ± 25.5	209.4 ± 30.3	216.3 ± 22.6 ^a	220.7 ± 21.1 ^a	237.8 ± 28.6 ^a	234.2 ± 23.1 ^a
PaCO ₂ (mmHg, Mean ± SD)	37.2 ± 8.1	38.3 ± 7.6	37.5 ± 7.7	38.5 ± 6.9	38.1 ± 7.2	38.4 ± 6.8	38.6 ± 7.1	38.9 ± 6.5	39.0 ± 6.4	38.8 ± 6.0
呼吸频率 (次/min, Mean ± SD)	24.2 ± 3.5	25.5 ± 3.1	23.7 ± 2.3	24.0 ± 3.2	22.1 ± 2.6 ^a	22.4 ± 2.9 ^a	21.1 ± 1.8 ^a	22.6 ± 1.7 ^{ab}	19.7 ± 1.4 ^a	20.9 ± 1.6 ^{ab}
心率 (次/min, Mean ± SD)	101.4 ± 13.9	103.2 ± 12.2	99.4 ± 12.1	98.8 ± 10.2	93.4 ± 9.8 ^a	97.2 ± 10.1	90.1 ± 7.3 ^a	96.1 ± 8.0 ^{ab}	81.4 ± 7.0 ^a	90.2 ± 7.5 ^{ab}

注: PaO₂/FiO₂: 氧合指数, PaCO₂: 动脉血二氧化碳分压; 干预后各时间点与同组干预前比较, ^aP < 0.05; 同一时间点两组间比较, ^bP < 0.05

HFNC 组和 NIV 组的 72 h 再插管率差异无统计学意义, 但前者有更好的舒适度和患者耐受性。该研究纳入人群为存在拔管后再插管高风险但未发生呼吸衰竭的患者, 而本研究纳入人群为拔管后 24 h 内发生呼吸衰竭的患者, 研究结果显示: HFNC 与 NIV 均能有效改善 PERF 患者的氧合指数, 降低呼吸频率及心率, 两组拔管后 72 h 再插管率比较差异无统计学意义 (29.0% 比 34.5%)。但 HFNC 组患者相比于 NIV 组患者的呼吸频率及心率下降更明显, 这可能与 HFNC 提高了患者舒适程度相关。研究中 HFNC 组患者在干预后 1、6、12、24 h 的舒适度评分均低于 NIV 组, 所以 HFNC 在改善氧合, 减少呼吸做功的同时, 在一定程度上缓解了患者的应激状态。而 NIV 的正压通气和面罩压迫于患者面部形成封闭空间, 给患者带来诸多不适感^[19], 并在一定程度上影响患者进食与交流, 易使患者产生恐惧、焦虑情绪^[20-21], 因此, HFNC 组患者的不良事件发生率也显著低于 NIV 组。另外, 本研究显示: HFNC 组拔管后 ICU 停留时间显著低于 NIV 组 [(7.6 ± 3.4)d 比 (10.1 ± 5.1) d], 分析可能与以下因素有关: HFNC 的加温加湿功能, 保护黏膜及纤毛功能, 有利于患者痰液引流^[22], 另外相比于 NIV, HFNC 可减少误吸发生^[23], 更利于患者病情的恢复, 而无创通气时则相对容易造成痰液积聚的现象^[17]。但最终上述这些因素并未对两组患者的 ICU 住院病死率产生影响。

对于危重患者脱机拔管后的呼吸支持方式, 临床工作者应权衡临床疗效与安全性的问题。一方面, 更长时间的 HFNC 或 NIV 可提高临床效果, 但另一方面, 其改善患者症状体征的同时, 可能会掩盖其内在病情的恶化, 导致延迟

再插管, 增加病死率^[24-25]。Kang 等^[25]研究显示, 根据临床反应来对呼吸患者进行 HFNC 治疗可能导致延迟插管, 正如 NIV 相关研究结果一样^[26], 可造成患者更差的预后。而 Hernández G 等人^[18, 27]的研究显示: 无论与低危再插管风险的常规氧疗组或是高再插管风险的无创机械通气组相比, 拔管后固定 24 h 的 HFNC 方案没有造成再插管时间延迟, 并且足以降低再插管率。此外, 24 h 的时间限制可以使临床医生早期判断呼吸衰竭患者是否存在治疗不足, 以避免延迟插管。所以, 本研究对 PERF 患者采取了固定的 24 h HFNC 或 NIV 干预时间, 24 h 后改常规氧疗, 并预先设置再插管标准, 在保证治疗效果的同时尽可能减少再插管延迟。

参 考 文 献

- [1] Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation[J]. Chest, 1997, 112(1): 186-192. DOI:10.1378/chest.112.1.186.
- [2] Esteban A, Alia I, Gordo F, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation: the Spanish Lung Failure Collaborative Group. Am J Respir Crit Care Med. 1997;156(2 Pt 1):459-465. DOI:10.1164/ajrccm.156.2.9610109.
- [2] Esteban A, Alia I, Gordo F, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1997, 156(2): 459-465. DOI:10.1164/ajrccm.156.2.9610109.
- [3] Epstein S, Ciubotaru R. Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation[J].

- Am J Respir Crit Care Med, 1998, 158(2): 489-493. DOI:10.1164/ajrccm.158.2.9711045.
- [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. DOI:10.1097/ccm.0b013e3182282a5a.
- [5] Frutos-Vivar F, Esteban A, Apezteguia C, et al. Outcome of reintubated patients after scheduled extubation[J]. J Crit Care, 2011, 26(5): 502-509. DOI:10.1016/j.jccr.2010.12.015.
- [6] 卢骁, 张茂. 经鼻高流量氧疗在急危重症领域的临床应用[J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27(4): 446-450. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.04.023.
- [7] Yoo JW, Synn A, Huh JW, et al. Clinical efficacy of high-flow nasal cannula compared to noninvasive ventilation in patients with post-extubation respiratory failure[J]. Korean J Intern Med, 2016, 31(1): 82-88. DOI:10.3904/kjim.2016.31.1.82.
- [8] Gagliese L, Weizblit N, Ellis W, et al. The measurement of postoperative pain: A comparison of intensity scales in younger and older surgical patients[J]. Pain, 2005, 117(3): 412-420. DOI:10.1016/j.pain.2005.07.004.
- [9] Knox N. Relationship between intubation rate and continuous positive airway pressure therapy in the prehospital setting[J]. World J Emerg Med, 2015, 6(1): 60. DOI:10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.01.011.
- [10] Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 188(2): 220-230. DOI:10.1164/rccm.201212-2169oc.
- [11] Demoule A, Chevret S, Carlucci A, et al. Changing use of noninvasive ventilation in critically ill patients: trends over 15 years in francophone countries[J]. Intensive Care Med, 2016, 42(1): 82-92. DOI:10.1007/s00134-015-4087-4.
- [12] Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients[J]. Crit Care Med, 2005, 33(11): 2465-2470. DOI:10.1097/01.ccm.0000186416.44752.72.
- [13] Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, et al. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2006, 173(2): 164-170. DOI:10.1164/rccm.200505-718oc.
- [14] Ozsancak Ugurlu A, Sidhom SS, Khodabandeh A, et al. Use and outcomes of noninvasive positive pressure ventilation in acute care hospitals in massachusetts[J]. Chest, 2014, 145(5): 964-971. DOI:10.1378/chest.13-1707.
- [15] Truwit JD, Bernard GR. Noninvasive ventilation: don't push too hard[J]. N Engl J Med, 2004, 350(24): 2512-2515. DOI:10.1056/nejme048049.
- [16] Lee JH, Rehder KJ, Williford L, et al. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature[J]. Intensive Care Med, 2013, 39(2): 247-257. DOI:10.1007/s00134-012-2743-5.
- [17] Parke R, McGuinness S, Dixon R, et al. Open-label, phase II study of routine high-flow nasal oxygen therapy in cardiac surgical patients[J]. Br J Anaesth, 2013, 111(6): 925-931. DOI:10.1093/bja/aet262.
- [18] 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[J]. JAMA, 2016, 316(15): 1565. DOI:10.1001/jama.2016.14194.
- [19] Renda T, Corrado A, Iskandar G, et al. High-flow nasal oxygen therapy in intensive care and anaesthesia[J]. Br J Anaesth, 2018, 120(1): 18-27. DOI:10.1016/j.bja.2017.11.010.
- [20] Kulkarni K, Desai P, Shringarpure A, et al. Use of high-flow nasal cannula for emergency pericardiocentesis in a case of anterior mediastinal mass[J]. Saudi J Anaesth, 2018, 12(1): 161. DOI:10.4103/sja.sja_387_17.
- [21] Frat JP, Thile 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.
- [22] 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.
- [23] Frat JP, Brugiere B, Ragot S, et al. Sequential application of oxygen therapy via high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute respiratory failure: an observational pilot study[J]. Respir Care, 2015, 60(2): 170-178. DOI:10.4187/respcare.03075.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation[J]. N Engl J Med, 2004, 350(24): 2452-2460. DOI:10.1056/nejmoa032736.
- [27] 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[J]. JAMA, 2016, 315(13): 1354. DOI:10.1001/jama.2016.2711.

(收稿日期: 2019-09-19)

(本文编辑: 何小军)