



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2021.12.010

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2021.12.010

· 论著 ·

经鼻高流量预充氧对重症患者气管插管低氧血症和预后影响的 Meta 分析

高志伟 孙虹 赵红梅 孙青松 汤书涛

【摘要】 目的 采用 Meta 分析方法探讨经鼻高流量氧疗(HFNCO)预充氧对重症患者气管插管低氧血症和预后影响。**方法** 检索 the Cochrane Library、MEDLINE、Embase、Web of Science、中国学术期刊全文数据库(CNKI)、中国生物医学文献数据库(CBM)和万方数据库等中英文数据库,收集重症患者气管插管接受 HFNCO 预充氧的随机对照试验(RCT)文献,按纳入与排除标准筛选文献,采用 RevMan 5.0 软件进行 Meta 分析。**结果** 共纳入 4 篇文献,入选患者 444 例,其中 HFNCO 预充氧组 228 例,非 HFNCO 预充氧组 216 例。HFNCO 预充氧组与非 HFNCO 预充氧组气管插管 $SpO_2 < 80\%$ 的发生率分别为 4.9%、11.2%, $OR = 0.36(95\% CI 0.15 \sim 0.88, P = 0.02)$; $SpO_2 < 90\%$ 的发生率分别为 6.4%、9.9%, $OR = 0.76(95\% CI 0.19 \sim 3.12, P = 0.71)$ 。HFNCO 预充氧组与非 HFNCO 预充氧组 28 天病死率分别为 30.6%、32.9%, $OR = 0.90(95\% CI 0.55 \sim 2.46, P = 0.66)$; ICU 病死率分别为 25.5%、28.1%, $OR = 0.86(95\% CI 0.55 \sim 1.35, P = 0.51)$ 。**结论** HFNCO 预充氧不改善重症患者的预后,但有助于减少重症患者气管插管过程中 $SpO_2 < 80\%$ 的发生。

【关键词】 经鼻高流量氧疗; 气管插管; 预充氧; 重症**【中图分类号】** R459.7**【文献标识码】** A

作者单位:223300 江苏淮安,南京医科大学附属淮安第一医院急诊科

通讯作者:汤书涛, E-mail: tangshutao2021@126.com

参 考 文 献

- [1] 杨红霞,景策,刘睿,等. 高血压发病机制研究进展[J]. 医学综述, 2019,25(22):4483-4487.
- [2] 赵淑艳. 强力定眩片加硝苯地平对高血压病人血压、眩晕症状的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2018,16(18):2746-2748.
- [3] 崔露露,商黔惠,王晓春,等. 高血压患者脉压与早期动脉粥样硬化指标的关系[J]. 中国老年学杂志, 2019,39(19):4625-4631.
- [4] 陈勇,方汉云,潘建生,等. 血管紧张素转化酶抑制剂对高血压患者氧化应激水平及血管内皮功能的影响[J]. 重庆医学, 2019,48(23):4054-4056,4061.
- [5] 利定建,孟丽琴,傅应昌,等. 高血压合并血脂症患者炎症反应及血管内皮功能指标的表达式[J]. 检验医学与临床, 2019,16(1):23-26.
- [6] 潘鹏克. 血清 C 反应蛋白水平在基底节区脑出血患者中的临床意义[J]. 临床内科杂志, 2018,35(6):431-432.
- [7] 中国高血压防治指南修订委员会,高血压联盟(中国),中华医学会心血管病学分会中国医师协会高血压专业委员会,等. 中国高血压防治指南(2018 年修订版)[J]. 中国心血管杂志, 2019,24(1):24-56.
- [8] 李喆,孟航,张小兰,等. 安脑丸辅助西医常规治疗老年高血压眩晕对血管内皮细胞功能、血液流变学及血流动力学的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2017,26(23):2521-2524.
- [9] Van De Wyngaerde KM, Lee MK, Jacobson GP, et al. The Component Structure of the Dizziness Handicap Inventory (DHI): A Reappraisal[J]. Otol Neurotol, 2019,40(9):1217-1223.
- [10] Naseem R, Adam AM, Khan F, et al. Prevalence and characteristics of resistant hypertensive patients in an Asian population[J]. Indian Heart J, 2017,69(4):442-446.
- [11] 李黎,张丽华,白宏英,等. 老年原发性高血压并脑梗死患者血压变异与血栓前状态研究[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2015,18(5):62-63.
- [12] Duma SN, Shcherbakova LV. Diagnosis and treatment of psychogenic dizziness in patients with arterial hypertension[J]. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova, 2016,116(2):62-66.
- [13] Kim Y, Faysel M, Balucani C, et al. Ischemic Stroke Predictors in Patients Presenting with Dizziness, Imbalance, and Vertigo[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2018,27(12):3419-3424.
- [14] 黄菲. 三物降压汤、通经调脏法推拿联合对眩晕合并高血压患者降压效果的影响[J]. 安徽医药, 2018,22(1):127-130.
- [15] Banaszak B, Świętochowska E, Banaszak P, et al. Endothelin-1 (ET-1), N-terminal fragment of pro-atrial natriuretic peptide (NTpro-ANP), and tumour necrosis factor alpha (TNF-α) in children with primary hypertension and hypertension of renal origin[J]. Endokrynol Pol, 2019,70(1):37-42.
- [16] 杨国栋,赵乐. 糖尿病合并高血压患者中动脉硬化程度与血清透明质酸酶及 NO 的关系[J]. 中国老年学杂志, 2020,40(1):40-43.
- [17] 张翠萍,洪墨纳,吴祁红,等. 动脉粥样硬化性肾动脉狭窄患者 24 小时动态血压特征及靶器官损害相关研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020,22(3):228-231.
- [18] 那仁满都拉,李雪莲,甄瑾,等. 蒙医辨证治疗眩晕症的临床效果研究[J]. 中国医药, 2020,15(1):49-2453.
- [19] 邢秋娟,赵东峰,吴倩,等. 益气活血方联合甲磺酸倍他司汀片治疗椎动脉型颈椎病(气血不足证)疗效研究[J]. 中国中医急症, 2019,28(7):1201-1204.
- [20] 王燕,洪涛,赵铎,等. 注射用丹参多酚酸联合甲磺酸倍他司汀片治疗后循环缺血性眩晕的疗效[J]. 药物评价研究, 2019,42(2):254-257.
- [21] 唐铁钰,张新江,段作伟,等. 天麻素联合甲磺酸倍他司汀片治疗后循环缺血性眩晕的疗效及机制研究[J]. 中药材, 2017,40(11):2706-2709.

(收稿日期:2020-06-15)

(本文编辑:余晓曼)

气管插管是 ICU 重症患者常见的抢救措施。然而 ICU 患者常伴有急性呼吸衰竭,氧储备和氧消耗增加,因此气管插管过程中发生严重低氧血症的风险明显增加^[1]。有研究证实,至少 25% 的 ICU 气管插管患者可能发生氧合下降、中枢神经系统或心肌缺氧、血流动力学不稳定甚至心跳呼吸骤停等严重并发症^[2-3],因此气管插管预充氧尤为重要。气管插管预充氧可能减少插管相关的并发症,从而使 ICU 患者获益。但目前经鼻高流量氧疗(HFNCO)预充氧对氧合的影响仍存在一定争议^[4-6]。与球囊面罩相比,使用 HFNCO 预充氧理论上具有更多优势。HFNCO 通过鼻导管可持续提供经湿化的高流量氧气(最高达 60 L/min)及 100% 的吸入氧浓度,产生 5~8 cmH₂O 的呼气末正压(PEEP),减少呼吸功及氧耗^[7-9]。Miguel-Montanes 等^[10]研究证实,与标准球囊面罩(SMO)相比,气管插管使用 HFNCO 预充氧后氧合明显改善,严重低氧血症[脉搏血氧饱和度(SpO₂) < 80%]明显降低。最近 Guitton 等^[11]的对 184 例非严重低氧血症 ICU 患者气管插管预充氧 PROTRACH 研究结果显示,与 SMO 相比,HFNCO 预充氧时气管插管相关不良事件明显减少,但插管过程中最低 SpO₂并无显著差异。本研究通过检索 HFNCO 预充氧对重症患者气管插管时氧合及预后影响的文献并进行 Meta 分析,明确 HFNCO 预充氧对其氧合和预后的影响,以便为临床工作提供参考依据。

材料与方法

1. 材料:检索 the Cochrane Library、Medline、Embase、Web of Science、中国学术期刊全文数据库(CNKI)、中国生物医学文献数据库(CBM)和万方数据库等中英文数据库。检索策略如下:(1)英文关键词为“high flow nasal cannula”、“high flow nasal cannula oxygen therapy”、“nasal high flow”、“transnasal insufflation”、“mini-continuous positive airway pressure”和“acute respiratory failure”、“hypercapnic respiratory failure”、“hypoxaemic respiratory failure”;中文关键词为“经鼻高流量”、“重症患者”或“ICU 患者”、“预充氧”。(2)研究发表时间为 1980 年 12 月~2021 年 1 月。纳入标准:(1)研究设计为随机对照研究(RCT);(2)研究纳入气管插管预充氧患者;(3)对照组采用面罩预充氧,试验组采用 HFNCO 预充氧;(4)治疗组和对照组样本量明确,在基线水平均衡可比;(5)试验终点病死率预后指标明确。排除标准:(1)摘要、病例报道文献;(2)重复报告、信息太少及无法利用的文献;(3)未涉及治疗预后的文献等。

2. 方法

(1)纳入试验的质量评价:由 2 名评价员独立进行纳入文献的质量评价和提取研究资料及预后指标,交叉核对结果,如遇到分歧,通过讨论解决或由第 3 名人员仲裁解决。纳入的 RCT 采用 Jadad 量表的质量评价标准进行评定,总分 1~5 分(1~2 分为低质量研究,3~5 分为高质量研究)。

(2)文献检索方法:检索并筛选符合纳入标准的文献,剔除符合排除标准的文献。分析临床预后时,纳入将 HFNCO 作为试验组气管插管预充氧主要手段的研究。

(3)观察指标:①纳入研究的一般情况:研究国家、研究中心、对照组和试验组预充氧措施、研究患者的纳入标准和排除标准;②主要氧合指标:对照组和试验组气管插管过程中发生 SpO₂ < 80% 和 SpO₂ < 90% 的患者例数;③预后指标:28 天病死率和 ICU 病死率。

3. 统计学处理:应用 RevMan 5.0 软件进行统计分析,采用双侧检验,显著性水准为 0.05,采用 χ^2 检验分析统计纳入研究的异质性,显著水平为 $\alpha = 0.1$ 。若异质性较小($I^2 < 50\%$),则采用固定效应模型;若各研究间异质性明显($I^2 \geq 50\%$),则采用随机效应模型。发表偏倚采用漏斗图评价。

结 果

1. 纳入文献情况:初步检索出英文文献 3 428 篇和中文文献 18 篇,将检索条件限定为 RCT 后,排除英文文献 3 241 篇和中文文献 16 篇,初步筛选出英文文献 177 篇和中文文献 2 篇,170 篇英文文献分别由于重复文献 142 篇、摘要 2 篇、未提供主要观察的氧合和病死率指标 26 篇而排除,2 篇中文文献分别由于未严格随机化^[12]和研究对象为非重症患者^[13]而排除,最终检索出 7 篇试验组采用 HFNCO 预充氧的 RCT,排除 2 篇对照组采用无创呼吸机预充氧^[14-15]及 1 篇对照组未给氧^[16],最终检索出 4 篇 HFNCO 预充氧的临床 RCT^[10-11,17-18],其中 2 篇为多中心研究^[11,18]。4 篇文献共入选患者 444 例,其中 HFNCO 预充氧试验组 228 例,非 HFNCO 预充氧组 216 例。纳入的均为 ICU 需气管插管患者,纳入标准与排除标准等一般情况见表 1。研究分为 HFNCO 预充氧试验组,气流速度均设置为 50~60 L/min,FiO₂ 100%;非 HFNCO 预充氧组采用标准球囊面罩或无呼吸袋储藏面罩预充氧,氧流量为 10~15 L/min(表 1)。各纳入研究 Jadad 评分为 3~5 分。

2. HFNCO 预充氧对氧合的影响

(1)HFNCO 预充氧对气管插管过程中 SpO₂ < 80% 的影响:共有 3 篇 RCT 纳入分析^[10-11,17],其异质性较小($P = 0.21, I^2 = 36\%$)。HFNCO 预充氧组与非 HFNCO

表 1 纳入 Meta 分析文献的一般情况

研究名称或 第一作者	年份	中心	预充氧干预措施		纳入标准	排除标准	Jadad 评分(分)
			对照组	试验组			
PROTRACH ^[10]	2019	法国 7 家 ICU	SMO 15 L/min	HFNCO(流量 60 L/min、FiO ₂ 100%) 预充氧 4 min	>18 岁、收入 ICU、需气管 插管、非严重低氧性呼吸衰 竭(PaO ₂ /FiO ₂ >200 mmHg)	纤支镜插管、窒息、鼻咽部 解剖异常、Cormack-Lehane 声门暴露 4 级、妊娠、无意 识、ICU 期间已接受过气管 插管	5
Simon 等 ^[16]	2016	德国 1 家 ICU	球囊面罩 10 L/min	HFNCO(流量 50 L/min、FiO ₂ 100%) 预充氧 4 min	呼吸衰竭 PaO ₂ /FiO ₂ < 300 mmHg、需气管插管、年龄≥ 18 岁	球囊面罩或 HFNCO 禁忌 证、鼻咽部梗阻、紧急气管 插管、预计困难气道	3
PREOXY- FLOW ^[17]	2015	法国 6 家 ICU	高氧面罩 15 L/min	HFNCO(流量 60 L/min、FiO ₂ 100%) 预充氧 4 min	≥18 岁、急性低氧性衰竭(呼 吸频率 > 30 次/分,至少需 FiO ₂ ≥50% 维持 SpO ₂ ≥90%, PaO ₂ /FiO ₂ < 300 mmHg) 需 气管插管	经口气管插管禁忌证、心跳 骤停、未麻醉气管插管、窒 息、鼻咽部障碍、声门暴露 Cormack-Lehane 分级 4 级、 妊娠或无意识	4
Miguel-Montanes 等 ^[9]	2015	法国 1 家 ICU	无呼吸袋准备 面罩 15 L/min	HFNCO(流量 60 L/min、FiO ₂ 100%) 预充氧 3 min	收入 ICU 需气管插管	<18 岁、心跳骤停、严重低氧 血症(无储气囊面罩 15 L/min 预充氧后 SpO ₂ <95%)、已接 受 HFNCO 或无创机械通气	4

预充氧组气管插管过程中 SpO₂ < 80% 的发生率分别为 4.9%、11.2%, OR = 0.36 (95% CI 0.15 ~ 0.88, P = 0.02), 提示与非 HFNCO 预充氧相比, HFNCO 预充氧明显降低急性呼吸衰竭患者气管插过程中 SPO₂ < 80% 的发生率, 见图 1。

(2) HFNCO 预充氧对气管插管过程中 SpO₂ < 90% 的影响: 共有 2 篇 RCT 纳入分析^[11,18], 其异质性较大 (P = 0.15, I² = 52%)。HFNCO 预充氧组与非 HFNCO 预充氧组气管插管过程中 SpO₂ < 90% 的发生率分别为 6.4%、9.9%, OR = 0.76 (95% CI 0.19 ~ 3.12, P = 0.71), 提示与非 HFNCO 预充氧相比, HFNCO 预充氧并不能降低急性呼吸衰竭患者气管插过程中 SpO₂ < 90% 的发生率, 见图 1。

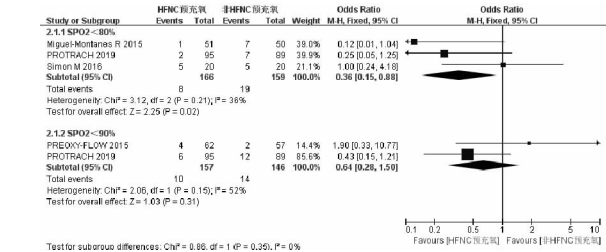


图 1 HFNCO 预充氧对重症患者气管插管过程中 SpO₂ < 80% 及 SpO₂ < 90% 影响的森林图

3. HFNCO 预充氧对预后的影响

(1) HFNCO 预充氧对 28 天病死率的影响: 共有 2 篇 RCT 纳入分析^[11,18], 其异质性较小 (P = 0.55, I² = 0%)。HFNCO 预充氧组与非 HFNCO 预充氧组 28 天病死率分别为 30.6%、32.9%, OR = 0.90 (95% CI 0.55 ~ 2.46, P = 0.66), 提示与非 HFNCO 预充氧相比, HFNCO 预充氧并不能降低 ICU 患者 28 天病死率,

见图 2。

(2) HFNCO 预充氧对 ICU 病死率的影响: 共有 3 篇 RCT 纳入分析^[10-11,18], 其异质性较小 (P = 0.89, I² = 0%)。HFNCO 预充氧组与非 HFNCO 预充氧组 ICU 病死率分别为 25.5%、28.1%, OR = 0.86 (95% CI 0.55 ~ 1.35, P = 0.51), 提示与非 HFNCO 预充氧相比, HFNCO 预充氧并不能降低 ICU 病死率, 见图 2。

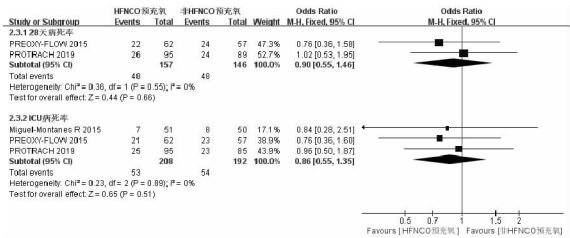


图 2 HFNCO 预充氧对重症患者预后影响的森林图

讨 论

本 Meta 分析结果显示, 与非 HFNCO 预充氧相比, HFNCO 预充氧有助于降低 ICU 急性呼吸衰竭患者气管插管过程中 SpO₂ < 80% 的发生率, 但不降低 SpO₂ < 90% 的发生率, 也不降低患者的 28 天病死率和 ICU 病死率。

预充氧是保证气管插管安全和减少并发症的重要标准化措施^[19], 有助于增加气管插管呼吸暂停时期代表氧储备的功能残气量 (FRC) 容积中的氧含量, 从而延长呼吸暂停至低氧血症的发生时间^[20-21]。重症患者常伴有外周氧摄取增加、血流动力学不稳定及意识障碍等因素, 影响预充氧的实施效果。因此使用 SMO 预充氧后需立即气管插管以期减少低氧血症的发生^[22]。然

而气管插管呼吸暂停使用喉镜阶段,必须移除 SMO,导致预充氧终止,从而有可能增加低氧血症的发生风险,影响气管插管顺利进行,甚至发生相关并发症。

HFNCO 预充氧有助于减少气管插管过程中低氧血症的发生^[23]。本 Meta 分析结果显示,与非 HFNCO 预充氧相比,HFNCO 预充氧明显降低重症患者气管插管过程中 $\text{SpO}_2 < 80\%$ 的发生率。PROTRACH 研究多因素分析结果亦证实,HFNCO 是降低 $\text{SpO}_2 < 90\%$ 发生的重要保护因素^[11]。HFNCO 预充氧降低重症患者气管插管过程中低氧血症的发生与以下机制有关:(1) HFNCO 可提供高达 60L/min 的高流量氧及产生一定水平的 PEEP,从而改善氧合^[24-25]; (2) 与球囊面罩通气相比,HFNCO 明显增加 FRC,延缓气管插管过程中低氧血症的发生^[26]; (3) HFNCO 在呼吸暂停阶段仍可以继续供氧,即窒息氧疗^[27]。研究证实不管是健康志愿者还是急性肺损伤模型,窒息氧疗均可延缓低氧血症的发生^[28-29]。PROTRACH 研究进一步证实,气管插管麻醉诱导后第 1 分钟,球囊面罩预充氧组 SpO_2 下降明显($P=0.001$),而 HFNCO 氧疗组氧合并无显著下降($P=0.17$)^[11]。Russotto 等的 Meta 分析结果亦证实窒息氧疗与气管插管过程中高 SpO_2 密切相关^[20]。

本研究还发现,与非 HFNCO 预充氧相比,HFNCO 预充氧并未降低其 ICU 病死率以及 28 天病死率,提示 HFNCO 预充氧不能改善气管插管重症患者的预后。分析原因可能是:首先,纳入的所有研究观察主要指标均为气管插管过程中低氧血症的发生,而非预后相关指标;其次,气管插管相关的死亡风险主要发生在气管插管过程中或刚开始机械通气时^[2]。Frat 等^[14]的研究中 Kaplan-Meier 生存曲线进一步证实了 HFNCO 预充氧并不能降低重症患者的延迟病死率。

综上,与非 HFNCO 预充氧相比,HFNCO 预充氧虽然不能降低重症患者气管插管过程中 $\text{SpO}_2 < 90\%$ 的发生及改善其预后,但可明显降低 $\text{SpO}_2 < 80\%$ 的发生,因此,HFNCO 可以作为重症患者气管插管常规预充氧措施,以减少低氧血症的发生,保证插管的顺利进行。

参 考 文 献

- [1] Mosier JM, Law JA. Airway management in the critically ill[J]. Intensive Care Med, 2014, 40(5): 727-729.
- [2] De Jong A, Rolle A, Molinari N, et al. Cardiac Arrest and Mortality Related to Intubation Procedure in Critically Ill Adult Patients: A Multicenter Cohort Study[J]. Crit Care Med, 2018, 46(4): 532-539.
- [3] Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, et al. Complications of endotracheal intubation in the critically ill[J]. Intensive Care Med, 2008, 34(10): 1835-1842.
- [4] Ricard JD, Gregoretti C. Nasal high-flow preoxygenation for endotracheal intubation in the critically ill patient? Pro[J]. Intensive Care Med, 2019, 45(4): 529-531.
- [5] Chanques G, Jaber S. Nasal high-flow preoxygenation for endotracheal intubation in the critically ill patient? Maybe[J]. Intensive Care Med, 2019, 45(4): 532-534.
- [6] Hanouz JL, Gerard JL, Fischer MO. Nasal high-flow preoxygenation for

- endotracheal intubation in the critically ill patient? Con[J]. Intensive Care Med, 2019, 45(4): 526-528.
- [7] Roca O, Riera J, Torres F, et al. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure[J]. Respir Care, 2010, 55(4): 408-413.
- [8] Vargas F, Saint-Leger M, Boyer A, et al. Physiologic Effects of High-Flow Nasal Cannula Oxygen in Critical Care Subjects[J]. Respir Care, 2015, 60(10): 1369-1376.
- [9] 韩永艳, 贾瑞华, 陈培莉. 经鼻高流量氧疗在老年慢性阻塞性肺疾病急性加重期合并 II 型呼吸衰竭中的应用价值[J]. 临床内科杂志, 2019, 36(7): 493-494.
- [10] Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia[J]. Crit Care Med, 2015, 43(3): 574-583.
- [11] Guittion C, Ehrmann S, Volteau C, et al. Nasal high-flow preoxygenation for endotracheal intubation in the critically ill patient: a randomized clinical trial[J]. Intensive Care Med, 2019, 45(4): 447-458.
- [12] 胡子龙, 张志成, 李大伟, 等. 经鼻高流量氧疗装置在快速诱导经口气管插管中的应用[J]. 山东医药, 2020, 21(60): 57-60.
- [13] 彭俊, 陈羽青, 叶健鸿, 等. 经鼻高流量吸氧对预充氧及安全窒息时限的影响[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2018, 2(39): 263-268.
- [14] Frat JP, Ricard JD, Quenot JP, et al. Non-invasive ventilation versus high-flow nasal cannula oxygen therapy with apnoeic oxygenation for preoxygenation before intubation of patients with acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, multicentre, open-label trial[J]. Lancet Respir Med, 2019, 7(4): 303-312.
- [15] Jaber S, Monnin M, Girard M, et al. Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial[J]. Intensive Care Med, 2016, 42(12): 1877-1887.
- [16] Semler MW, Janz DR, Lentz RJ, et al. Randomized Trial of Apneic Oxygenation during Endotracheal Intubation of the Critically Ill[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016, 193(3): 273-280.
- [17] Simon M, Wachs C, Braune S, et al. High-Flow Nasal Cannula Versus Bag-Valve-Mask for Preoxygenation Before Intubation in Subjects With Hypoxemic Respiratory Failure[J]. Respir Care, 2016, 61(9): 1160-1167.
- [18] Vourc'h M, Asfar P, Volteau C, et al. High-flow nasal cannula oxygen during endotracheal intubation in hypoxemic patients: a randomized controlled clinical trial[J]. Intensive Care Med, 2015, 41(9): 1538-1548.
- [19] De Jong A, Jung B, Jaber S. Intubation in the ICU: we could improve our practice[J]. Crit Care, 2014, 18(2): 209.
- [20] Russotto V, Cortegiani A, Raineri S M, et al. Respiratory support techniques to avoid desaturation in critically ill patients requiring endotracheal intubation: A systematic review and meta-analysis[J]. J Crit Care, 2017, 41: 98-106.
- [21] Benumof JL. Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency[J]. Anesthesiology, 1999, 91(3): 603-605.
- [22] Higgs A, McGrath BA, Goddard C, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults[J]. Br J Anaesth, 2018, 120(2): 323-352.
- [23] Tan E, Loubani O, Kureshi N, et al. Does apnoeic oxygenation prevent desaturation during emergency airway management? A systematic review and meta-analysis[J]. Can J Anaesth, 2018, 65(8): 936-949.
- [24] Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers[J]. Aust Crit Care, 2007, 20(4): 126-131.
- [25] Parke RL, McGuinness SP, Eccleston ML. A preliminary randomized controlled trial to assess effectiveness of nasal high-flow oxygen in intensive care patients[J]. Respir Care, 2011, 56(3): 265-270.
- [26] Corley A, Caruana LR, Barnett AG, et al. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in post-cardiac surgical patients[J]. Br J Anaesth, 2011, 107(6): 998-1004.
- [27] Ricard JD. Hazards of intubation in the ICU: role of nasal high flow oxygen therapy for preoxygenation and apnoeic oxygenation to prevent desaturation[J]. Minerva Anestesiologica, 2016, 82(10): 1098-1106.
- [28] Taha SK, Siddik-Sayid SM, El-Khatib MF, et al. Nasopharyngeal oxygen insufflation following pre-oxygenation using the four deep breath technique[J]. Anaesthesia, 2006, 61(5): 427-430.
- [29] Engstrom J, Hedenstierna G, Larsson A. Pharyngeal oxygen administration increases the time to serious desaturation at intubation in acute lung injury: an experimental study[J]. Crit Care, 2010, 14(3): R93.

(收稿日期: 2020-06-19)

(本文编辑: 周三凤)