



(OSID码)

· COVID-19 专题研究 ·

新型冠状病毒肺炎患者呼吸治疗相关部分高风险操作的院感防控建议

吴颖^{1,2}, 王聪^{1,2}, 冯梅^{1,2}, 吴小玲^{1,2}, 王颖^{2,3}, 蒋艳^{2,4}

【摘要】 高浓度长时间的气溶胶接触可能会导致新型冠状病毒肺炎传播。雾化吸入、机械通气、吸痰及气管插管等高风险操作会产生大量的气溶胶和飞沫,是医护人员感染新型冠状病毒肺炎的高风险因素。为指导医护人员安全有效实施临床操作,防控新型冠状病毒感染,本文特结合华西医院武汉一线支援人员与院内临床专家的意见对部分常见的呼吸治疗相关高风险操作进行实践总结和防护建议。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎; 新型冠状病毒; 呼吸治疗; 感染控制

【中图分类号】 R 563.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2020.03.002

吴颖, 王聪, 冯梅, 等. 新型冠状病毒肺炎患者呼吸治疗相关部分高风险操作的院感防控建议 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28 (3): 5-8. [www.syxnf.net]

WU Y, WANG C, FENG M, et al. Recommendations on hospital infection control for some high-risk operations of respiratory therapy in patients with COVID-19 [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2020, 28 (3): 5-8.

基金项目: 成都市科技局项目 (2020-YF05 - 00246 - SN, 2020-YF05 - 00028 - SN)

1.610041 四川省成都市, 四川大学华西医院呼吸与危重症医学科 2.610041 四川省成都市, 四川大学华西护理学院 3.610041 四川省成都市, 四川大学华西医院感染性疾病中心 4.610041 四川省成都市, 四川大学华西医院护理部

通信作者: 蒋艳, E-mail: hxhljy2018@163.com

吴小玲, E-mail: xiaoling-wu1964@163.com

Interdiscip Perspect Infect Dis, 2015, 2015: 346853.DOI: 10.1155/2015/346853.

[26] CHATRE C, FILIPPI N, ROUBILE F, et al. Heart involvement in a woman treated with hydroxychloroquine for systemic lupus erythematosus revealing fabry disease [J]. J Rheumatol, 2016, 43 (5): 997-998.DOI: 10.3899/jrheum.151357.

[27] CHEN C Y, WANG F L, LIN C C. Chronic hydroxychloroquine use associated with QT prolongation and refractory ventricular arrhythmia [J]. Clin Toxicol (Phila), 2006, 44 (2): 173-175.DOI: 10.1080/15563650500514558.

[28] SINGH D K, MUHIEDDINE L, EINSTADTER D, et al. Incidence of blindness in a population of rheumatic patients treated with hydroxychloroquine [J]. Rheumatol Adv Pract, 2019, 3 (1): rkz009.DOI: 10.1093/rap/rkz009.

[29] CASADO E, GRATACÓS J, TOLOSA C, et al. Antimalarial myopathy: an underdiagnosed complication? Prospective longitudinal study of 119 patients [J]. Ann Rheum Dis, 2006, 65 (3): 385-390.DOI: 10.1136/ard.2004.023200.

[30] PHILLIPS R E, LOOAREESUWAN S, WHITE N J, et al. Hypoglycaemia and antimalarial drugs: quinidine and release of insulin [J]. Br Med J (Clin Res Ed), 1986, 292 (6531): 1319-1321.DOI: 10.1136/bmj.292.6531.1319.

[31] MAXWELL N M, NEVIN R L, STAHL S, et al. Prolonged

neuropsychiatric effects following management of chloroquine intoxication with psychotropic polypharmacy [J]. Clin Case Rep, 2015, 3 (6): 379-387.DOI: 10.1002/ccr3.238.

[32] PUTKO B N, WEN K, THOMPSON R B, et al. Anderson-Fabry cardiomyopathy: prevalence, pathophysiology, diagnosis and treatment [J]. Heart Fail Rev, 2015, 20 (2): 179-191.DOI: 10.1007/s10741-014-9452-9.

[33] RADKE J B, KINGERY J M, MAAKSTAD J, et al. Diagnostic pitfalls and laboratory test interference after hydroxychloroquine intoxication: a case report [J]. Toxicol Rep, 2019, 6: 1040-1046.DOI: 10.1016/j.toxrep.2019.10.006.

[34] KANAMORI H, TAKEMURA G, GOTO K, et al. Autophagic adaptations in diabetic cardiomyopathy differ between type 1 and type 2 diabetes [J]. Autophagy, 2015, 11 (7): 1146-1160. DOI: 10.1080/15548627.2015.1051295.

[35] CHAANINE A H, GORDON R E, NONNENMACHER M, et al. High-dose chloroquine is metabolically cardiotoxic by inducing lysosomes and mitochondria dysfunction in a rat model of pressure overload hypertrophy [J]. Physiol Rep, 2015, 3 (7): e12413. DOI: 10.14814/phy2.12413.

(收稿日期: 2020-03-18; 修回日期: 2020-03-22)

(本文编辑: 刘新蒙)

Recommendations on Hospital Infection Control for Some High-risk Operations of Respiratory Therapy in Patients with COVID-19

WU Ying^{1, 2}, WANG Cong^{1, 2}, FENG Mei^{1, 2}, WU Xiaoling^{1, 2}, WANG Ying^{2, 3}, JIANG Yan^{2, 4}

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

2. West China Nursing College, Sichuan University, Chengdu 610041, China

3. Center for Infectious Disease Control, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

4. Department of Nursing, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: JIANG Yan, E-mail: hxljy2018@163.com

WU Xiaoling, E-mail: xiaoling-wu1964@163.com

【Abstract】 Prolonged exposure to high-concentration aerosol may cause transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). High-risk operations of respiratory therapy such as aerosol inhalation, mechanical ventilation, aspiration of sputum and endotracheal intubation may produce lots of aerosols and droplets, which are high-risk factors of infection of COVID-19 in medical workers. This paper summarized the protective recommendations on some high-risk operations of respiratory therapy in patients with COVID-19 based on the suggestions from frontline medical team members who in Wuhan and clinical specialists in West China Hospital, in order to provide a guide for safe and effective clinical operations as well as prevention of COVID-19 infection.

【Key words】 Corona virus disease 2019; SARS-CoV-2; Respiratory therapy; Infection control

在新型冠状病毒肺炎(以下简称新冠肺炎)患者的治疗、护理工作中, 密闭环境的高浓度气溶胶长期接触和分泌物喷溅暴露是医护人员感染的高风险因素^[1]。研究表明, 在呼吸道传染病患者治疗中的雾化吸入、机械通气、吸痰以及气管插管等操作会产生大量的气溶胶和飞沫^[2], 而暴露于这类高风险操作的医护人员与非暴露者相比, 其感染率可增加2.86倍^[3]。目前临床还未有新冠肺炎患者呼吸治疗相关高风险操作的详细指导规范^[4]。为指导医护人员, 特别是非呼吸重症或感染相关专业支援人员安全、有效实施临床操作, 防控新型冠状病毒感染, 本文特结合四川大学华西医院在武汉一线支援人员的临床反馈、工作改进及院内呼吸科、传染科、危重症医学科等相关专家的经验, 对部分常见的呼吸治疗相关高风险操作进行实践总结和防护建议。

1 高风险临床操作

飞沫和密切接触是新型冠状病毒的主要传播途径, 长时间密闭空间的高浓度气溶胶接触也存在传播的可能^[1]。《医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第一版)》^[5]指出: 除标准预防措施外, 医护人员在治疗护理过程中应根据可能暴露风险选择接触、飞沫及空气隔离。结合新冠肺炎的传播方式和防护指南要求, 建议将有接触患者飞沫和气溶胶的操作视为高风险操作, 包括以下两方面: (1) 可能被疑似或确诊患者体液、血液、分泌物喷溅的操作, 如吸痰、气管插管等; (2) 为疑似患者或确诊患者实施可能产生大量气溶胶的操作, 如雾化吸入、机械通气、气管插管及气管切开等。

2 部分高风险临床操作的防控要点

2.1 雾化吸入

2.1.1 吸入装置的选择 雾化器工作时会输出大量气溶胶^[6], 若与患者呼出的病原体混合, 则易造成病原体传播, 且通过射流使气溶胶比咳嗽产生的飞沫传播得更远^[7]。因此, 未经严格防控的雾化操作将会增加周围人群的感染风险。据报道, 在2003年的非典型肺炎(SARS)流行期间, 某医院的SARS暴发与确诊患者雾化治疗时的防控不足有关^[7]。为此, 专家建议对于呼吸系统常用的吸入药物尽可能采用干粉吸入装置

或压力定量吸入装置+储雾罐进行, 以减少或避免射流雾化等气雾治疗方式产生大量的气溶胶^[8]。

2.1.2 雾化吸入的院感防控要点 目前针对新型冠状病毒治疗建议的洛匹那韦/利托那韦暂无干粉或定量吸入装置^[9], 若使用该类药物进行雾化时, 有条件者应当在通风良好(即每小时至少要换气12次的负压病房, 或至少达到每人160 L/s的换气量的自然通风)的病房内进行^[10], 且雾化完成后, 要加强病房内物体表面的擦拭清洁^[11]。建议在雾化吸入的呼气端口放置病毒/细菌过滤器或储气囊, 以减少呼出气体对空气造成污染^[6]。

机械通气患者进行雾化治疗时, 将雾化管路串联在呼吸机管路内, 呼吸机送气端连接病毒/细菌过滤器^[6], 避免对机身内部造成污染。全密闭式的有创呼吸机具有吸气支和呼气支, 建议在呼气支加用过滤器进行过滤, 以降低呼出气体对医务人员的感染风险及对呼吸机精密部件的损坏^[11], 但呼气阻力增加时, 需及时更换过滤装置。无创通气可分为单回路和双回路系统, 双回路系统与有创通气系统一样, 其本身的回路结构就能有效预防气溶胶直接排出, 但单回路系统的排气孔在回路中^[11], 会造成呼出气体直接排放到周围环境中, 易造成医务人员二次暴露。因此, 建议按照“面罩—雾化管—过滤器—排气孔”的顺序连接, 从而避免雾化呼出气体的直接排出, 同时通过紧密连接管路减少漏气, 进一步减少雾化时对周围环境的污染。

2.2 机械通气

2.2.1 呼吸机的管道安置 由于无创通气单回路系统装置的特点, 患者的呼出气体可直接排出到周围环境中。新型冠状病毒直径为60~140 nm^[9], 当病毒与感染者体液结合后, 其尺寸可达5 μm以上^[12]。病毒/细菌过滤器^[13-14]对常见呼吸道病原菌和肺炎病毒均有较好的滤过效果, 其原理是通过物理过滤和电荷吸附的双重作用对0.1 μm及以上尺寸的颗粒或液滴进行过滤, 并对细菌、病毒等微生物进行电吸引。因此, 强烈建议除常规在呼吸机送气端口安置病毒/细菌过滤器外, 尤其注意在排气端或排气孔前端安装, 以减少病毒排出。

但需要注意的是在呼吸阻力明显增大时,应当及时更换过滤装置。另外,尽量避免使用面罩一体化呼气装置,因其呼气阀在面罩上,无法加装病毒/细菌过滤器^[8]。安置病毒/细菌过滤器后的无创呼吸机管道要注意排气孔应朝无人的一侧,避免正对患者和医护人员。除加装病毒/细菌过滤器外,呼吸机管路的紧密连接也是避免环境污染的重要手段,因其可减少漏气发生和患者咳嗽时飞沫喷溅^[11]。

2.2.2 呼吸机的管道处理 呼吸机管路中的冷凝水倒入专门容器收集,用含吸水成分的消毒粉或漂白粉完全覆盖或在容器中加入含氯消毒液 5 000~10 000 mg/L,静置 30 min 以上后按医疗废物集中处置^[4]。为避免交叉感染,应使用一次性呼吸机管路,并严格一人一用。使用后的呼吸机管道装于双层黄色垃圾袋密闭盛装,标明“新型冠状病毒感染”字样,按医疗废物集中处置。另外,对于重复使用的各种接头,根据物件属性,在病房选择合理的消毒剂预处理后用双层黄色垃圾袋盛装,标明“新型冠状病毒感染”字样密闭并运送至消毒供应中心进一步消毒灭菌处理。

2.2.3 呼吸机的消毒处理 应加强呼吸机表面消毒^[11]。每日使用 500~1 000 mg/L 的含氯消毒液或 75% 乙醇溶液对呼吸机表面进行擦拭消毒,30 min 后用清水擦拭干净^[4]。本院使用的呼吸机每日消毒 3 次,终末处理时,采用日常消毒方法对呼吸机表面进行擦拭消毒后,更换呼吸机机身内置过滤膜及外接病毒/细菌过滤器。呼吸机内环路的消毒是一难点,主要是呼吸机内环路在呼吸机主机箱内,非专业人员不能拆卸,因而无法进行有效消毒、灭菌。因此在未进行彻底内部消毒前,疑似或确诊的新冠肺炎患者使用过的呼吸机应仅限确诊患者使用,不再供疑似患者或其他疾病患者使用。

2.3 吸痰

2.3.1 吸痰方式的选择 对于建立人工气道(包括气管插管、气管切开)的危重症新冠肺炎患者需进行机械吸痰,吸痰的方法分为开放式和封闭式。既往研究表明,虽然封闭式吸痰可能会增加呼吸机管道耐药菌的生长^[15],而开放式吸痰和封闭式吸痰在呼吸机相关性肺炎、院内获得性肺炎发生率及材料费用等方面的差异无统计学意义^[15-20],但封闭式吸痰管的密闭性确实可以降低喷溅的痰液对操作人员的防护用具和周围环境的污染^[21-23],因此,建议对确诊/疑似的新冠肺炎患者均采用封闭式吸痰。若无条件进行封闭式吸痰时,可以在四周加用临时塑料布遮挡,避免痰液的喷溅和气溶胶的播散,同时吸痰人员应当按照规范^[5]进一步加强职业防护。

2.3.2 封闭式吸痰管的更换频次 生产厂家一般建议封闭式吸痰管每日更换,但研究表明,吸痰管每日更换与吸痰管出现明显痰污或破损时更换比较,对患者重要结局指标如院内获得性肺炎、呼吸机相关性肺炎发生率或平均住院天数等均无影响^[21, 24-25]。因此,建议医务人员在吸痰管出现明显污渍或破损时更换,可减少封闭式吸痰管的更换频次,并在目前耗材、人力紧缺的情况下降低该项操作的人力成本及费用,也降低了密闭回路的断开频次,从而减少职业暴露的风险。

2.3.3 痰液的处理 传染病房设有专门的污水排放管网,但由于疫情防控的紧迫性,许多疑似或确诊新冠肺炎患者的收

治病房是临时改建,故没有专门排放传染病患者排泄物、分泌物的管网。建议使用一次性医疗废液收集器并按新冠肺炎医疗垃圾处理,或在痰液收集器中加入 20 000 mg/L 的含氯消毒液,按痰、药 1:2 比例混合,2 h 后及时倾倒入病房卫生间,排入医院废水管网,统一终末处理^[4]。

2.4 气管插管

2.4.1 气管插管的用物选择 在经鼻和经口气管插管两种方式上尽量选择经口气管插管,并采用电子喉镜辅助,以避免普通喉镜的插管人员与患者的近距离接触。在视线受防护用物影响的情况下,电子喉镜的使用可提升插管成功率和抢救效率,避免反复尝试插管引起的医务人员长时间暴露。另外,尽可能使用一次性球囊在插管前手动通气,减少污染物品的多部门运输和传递。若需循环使用,仍需在病房预处理后再送至消毒供应中心消毒灭菌。

2.4.2 气管插管的院感防控要点 气管插管后的有创机械通气是重型、危重型新冠肺炎患者的重要抢救手段^[1]。在气道开放的过程中,患者气道直接与外界相通,气溶胶和飞沫可经开放的呼吸道顺利进入患者周围环境,造成院内交叉感染和医务人员感染^[26]。因此在行人工气道建立的过程中,有条件的应当在负压病房进行,且将现场医务人员人数减少至能顺利完成该项操作的最少人数^[4],并尽量施行三级防护措施,其中必要用物包括^[4-5]:医用防护口罩、护目镜/防护面屏、双层外科手套、防护服、防渗透隔离衣、全面型呼吸防护器/正压头套、含 75% 乙醇溶液的速干手消毒液。

3 小结

本文分析了新冠肺炎疫情下医护人员在呼吸治疗相关的部分高风险操作的特点、类型和防控重点,但由于缺乏原始研究,许多证据来自于其他呼吸道传染病的治疗、护理经验,存在一定间接性。但本文在撰写过程中,咨询了众多本院在武汉前线支援的传染、呼吸、重症、院感相关领域的临床及护理专家,以期对新冠肺炎期间的高风险操作院感防控方案提供参考。

作者贡献:吴颖、王聪、吴小玲进行文章的构思与设计;吴颖、王聪撰写论文;冯梅、王颖进行论文的修订;吴颖进行英文的修订;吴小玲、蒋艳负责文章的质量控制及审核,并对文章整体负责,监督管理。

本文无利益冲突。

志谢:感谢四川大学华西医院感染性疾病中心宗志勇教授给予的关于医护人员在新型冠状病毒肺炎诊疗、护理中职业防护和感染控制的建议;感谢四川大学华西医院呼吸与危重症医学科、支援成都公卫中心梁宗安教授,四川大学华西医院危重症医学科、武汉抗疫一线人员倪忠呼吸治疗师及徐禹主管护师在呼吸、危重症医学专科操作及防控要点上的建议和帮助。

参考文献

[1] 国家卫生健康委办公厅,国家中医药管理局办公室.新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第六版)[EB/OL].[2020-02-18](2020-02-29).<http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2.shtml>.

- [2] WEBER D J, RUTALA W A, SCHAFFNER W. Lessons learned: protection of healthcare workers from infectious disease risks [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38 (8 Suppl): S306–314. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181e69ebd.
- [3] TRAN K, CIMON K, SEVERN M, et al. Aerosol Generating Procedures and Risk of Transmission of Acute Respiratory Infections to Healthcare Workers: A Systematic Review [J]. *PLoS One*, 2012, 7 (4): e35797. DOI: 10.1371/journal.pone.0035797.
- [4] 国家卫生健康委办公厅. 新型冠状病毒感染的肺炎防控方案(第三版) [EB/OL]. [2020-01-28] (2020-02-29). <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7923/202001/470b128513fe46f086d79667db9f76a5/files/8faa1b85841f42e8a0febbea3d8b9cb2.pdf>
- [5] 国家卫生健康委办公厅. 医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第一版) [EB/OL]. [2020-01-28] (2020-02-29). <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7659/202001/b91fdab7c304431eb082d67847d27e14.shtml>
- [6] 中华医学会呼吸病学分会. 雾化吸入疗法在呼吸疾病中的应用专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96 (34): 2696–2708. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.34.003.
- [7] GAMAGE B, MOORE D, COPEL R, et al. Protecting health care workers from SARS and other respiratory pathogens: a review of the infection control literature [J]. *Am J Infect Control*, 2005, 33 (2): 114–121. DOI: 10.1016/j.ajic.2004.12.002.
- [8] 倪忠, 罗凤鸣, 王吉梅, 等. 针对新型冠状病毒感染患者的雾化吸入治疗的建议 [J/OL]. *中国呼吸与危重监护杂志*: 1–6. [2020-02-06] (2020-02-29). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1631.r.20200206.1211.002.html>.
- [9] 国家卫生健康委办公厅, 国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版) [EB/OL]. [2020-02-04] (2020-02-29). http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/content_5474791.htm.
- [10] World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected [EB/OL]. [2020-01-28] (2020-02-29). [https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected).
- [11] SIEGEL J D, RHINEHART E, JACKSON M, et al. 2007 guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in health care settings [J]. *Am J Infect Control*, 2007, 35 (10): S65–164. DOI: 10.1016/j.ajic.2007.10.007.
- [12] 新型冠状病毒“通缉照”, 你看懂了吗? [EB/OL]. [2020-01-26] (2020-02-29). <https://new.qq.com/omn/20200126/20200126A06TZ900?ADTAG=LenovoPC>.
- [13] MEBIUS C. Heat and moisture exchangers with bacterial filters: a laboratory evaluation [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1992, 36 (6): 572–576. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1992.tb03521.x.
- [14] VANDERBROUCKE-GRAULS C M, TEEUW K B, BALLEMANS K, et al. Bacterial and viral removal efficiency, heat and moisture exchange properties of four filtration devices [J]. *J Hosp Infect*, 1995, 29 (1): 45–56. DOI: 10.1016/0195-6701 (95) 90292-9.
- [15] TOPELI A, HARMANCI A, CETINKAYA Y, et al. Comparison of the effect of closed versus open endotracheal suction systems on the development of ventilator-associated pneumonia [J]. *J Hosp Infect*, 2004, 58 (1): 14–19. DOI: 10.1016/j.jhin.2004.05.005.
- [16] LASOCKI S, LU Q, SARTORIUS A, et al. Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange [J]. *Anesthesiology*, 2006, 104: 39–47. DOI: 10.1097/0000542-200601000-00008.
- [17] ÅKERMAN E, LARSSON C, ERSSON A. Clinical experience and incidence of ventilator-associated pneumonia using closed versus open suction-system [J]. *Nurs Crit Care*, 2014, 19 (1): 34–41. DOI: 10.1111/nicc.12010.
- [18] COMBES P, FAUVAGE B, OLEYER C. Nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients, a prospective randomised evaluation of the Stericath closed suctioning system [J]. *Intensive Care Med*, 2000, 26 (7): 878–882. DOI: 10.1007/s001340051276.
- [19] LORENTE L, LECUONA M, JIMÉNEZ A, et al. Tracheal suction by closed system without daily change versus open system [J]. *Intensive Care Med*, 2006, 32 (4): 538–544. DOI: 10.1007/s00134-005-0057-6.
- [20] AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010 [J]. *Respir Care*, 2010, 55 (6): 758–764.
- [21] GRAP M J. Not-so-trivial pursuit: mechanical ventilation risk reduction [J]. *Am J Crit Care*, 2009, 18 (4): 299–309. DOI: 10.4037/ajcc2009724.
- [22] POGSON D, SHIRLEY P, CONNOLLY E, et al. Closed system endotracheal suctioning maintains lung volume during volume controlled mechanical ventilation [J]. *Intensive Care Med*, 2002, 28 (2): 222. DOI: 10.1007/s00134-001-1169-2.
- [23] RICARD J D, EVEILLARD M, MARTIN Y, et al. Influence of tracheal suctioning systems on health care workers' gloves and equipment contamination: a comparison of closed and open systems [J]. *Am J Infect Control*, 2011, 39 (7): 605–607. DOI: 10.1016/j.ajic.2010.10.031.
- [24] KURIYAMA A, UMAKOSHI N, FUJINAGA J, et al. Impact of closed versus open tracheal suctioning systems for mechanically ventilated adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *Intensive Care Med*, 2015, 41 (3): 402–411. DOI: 10.1007/s00134-014-3565-4.
- [25] Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee, Centers For Disease Control and Prevention (U.S.). Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003 recommendations of the CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee [J]. *Respir Care*, 2004, 49 (8): 926–939.
- [26] SETO W H. Airborne transmission and precautions: facts and myths [J]. *J Hosp Infect*, 2015, 89 (4): 225–228. DOI: 10.1016/j.jhin.2014.11.005.

(收稿日期: 2020-03-02; 修回日期: 2020-03-19)

(本文编辑: 刘新蒙)