

呼吸机内部回路消毒在机械通气患者中的应用观察

裘凯^{1,2} 郑永科³ 顾南媛² 曾龙欢² 周会霞² 蔡国龙⁴

¹ 浙江中医药大学, 浙江杭州 310053; ² 杭州市老年病医院重症医学科, 浙江杭州 310022;

³ 浙江大学医学院附属杭州市第一人民医院重症医学科, 浙江杭州 310006; ⁴ 浙江医院重症医学科, 浙江杭州 310013

通信作者: 蔡国龙, Email: caiguolong@126.com

【摘要】 目的 了解机械通气患者呼吸机内部回路污染状况, 评价呼吸机内部回路消毒对呼吸机相关性肺炎(VAP)发生率的影响。**方法** 采用前后对照研究方法, 选择2017年1月至2018年6月杭州市老年病医院重症医学科(ICU)收治的39例气管切开接受有创机械通气患者作为研究对象。患者均采用常规机械通气治疗, 包括管路更换、无菌操作、预防感染等。通气2周后使用呼吸机内部回路消毒机进行臭氧消毒, 分别于消毒前后在呼吸机内部回路呼气端口3 cm处进行微生物采样及检测, 消毒后的管路合格标准为微生物菌落数 $< 5 \text{ cfu/cm}^2$ 及无致病菌检出。观察期间如患者一旦并发VAP, 则立即给予抗感染治疗, 感染控制后更换一台内部回路消毒后的呼吸机治疗, 并重新入组进行观察。记录消毒前后呼吸机内部回路微生物菌落数、消毒后的管路合格率及2周内VAP发生率。**结果** 39例患者均纳入分析, 男性23例, 女性16例; 年龄65~97岁, 平均 (78.7 ± 7.6) 岁。消毒前呼吸机内部回路检出9604株病原菌, 其中革兰阴性杆菌8687株(占90.4%), 革兰阳性球菌902株(占9.4%), 真菌15株(占0.2%); 呼吸机内部回路检出病原菌与患者下呼吸道痰培养检出菌株一致率为41%; 呼吸机内部回路菌落数为 $150(15, 500) \text{ cfu/cm}^2$, 消毒前的管路合格率为5.1%; 机械通气2周发生VAP13例(33.3%)。机械通气2周对呼吸机内部回路消毒后检出785株病原菌, 其中革兰阴性杆菌688株(占87.7%), 革兰阳性球菌92株(占11.7%), 真菌5株(占0.6%), 病原菌较消毒前明显减少(均 $P < 0.01$); 呼吸机内部回路菌落数也较消毒前明显减少 $[\text{cfu/cm}^2: 0(0, 20) \text{ 比 } 150(15, 500), P < 0.01]$; 消毒后的管路合格率达71.8%, 明显高于消毒前($P < 0.01$); 消毒后机械通气2周发生VAP8例, VAP发生率较消毒前略有下降 $[20.5\%(8/39) \text{ 比 } 33.3\%(13/39), P > 0.05]$ 。**结论** 呼吸机内部回路检出病原菌与机械通气患者痰培养病原菌有较高一致性, 对其消毒可显著减少呼吸机送气污染, 减少患者VAP的发生。

【关键词】 呼吸机内部回路; 消毒; 呼吸机相关性肺炎

基金项目: 浙江省杭州市卫生科技计划项目(2017A74)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.015

Observation on the application of ventilator internal circuit disinfection in mechanically ventilated patients

Qiu Kai^{1,2}, Zheng Yongke³, Gu Nanyuan², Zeng Longhuan², Zhou Huixia², Cai Guolong⁴

¹ Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, Zhejiang, China; ² Department of Intensive Care Unit, Hangzhou Geriatric Hospital, Hangzhou 310022, Zhejiang, China; ³ Department of Intensive Care Unit, Hangzhou First People's Hospital Affiliated to Zhejiang University, Hangzhou 310006, Zhejiang, China; ⁴ Department of Critical Care Medicine, Zhejiang Hospital, Hangzhou 310013, Zhejiang, China

Corresponding author: Cai Guolong, Email: caiguolong@126.com

【Abstract】 Objective To understand the internal circuit contamination of ventilator in mechanical ventilation patients, to evaluate the effect of ventilator internal circuit disinfection and the impact on the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP). **Methods** A total of 39 patients with mechanical ventilation admitted to intensive care unit (ICU) of Hangzhou Geriatric Hospital from January 2017 to June 2018 were enrolled. Routine mechanical ventilation treatments for patients included pipeline replacement, aseptic operation, prevention of infection, etc. After 2 weeks of mechanical ventilation, the internal circuit of the ventilator was disinfected using the internal circuit sterilizer of the ventilator. Microorganism sampling and detection at 3 cm to the exhalation port of the internal circuit of the ventilator was performed before and after disinfection. The number of colonies was $< 5 \text{ cfu/cm}^2$ and no pathogenic bacteria could be detected. During the observation period, if the patient was complicated by VAP for anti-infective treatment, the ventilator with internal loop disinfection was replaced after infection control, and was incorporated again into the group for observation. The number of microbial colonies in the internal circuit of the ventilator before and after disinfection, the microbiological test pass rate and the incidences of VAP during the 2 weeks were observed. **Results** All 39 patients were included in the analysis, with 23 male and 16 female; with age of 65–97 years old, average (78.7 ± 7.6) years old. Before the disinfection, 9604 strains were detected in the internal circuit of the ventilator, including 8687 strains of Gram-negative bacilli (90.4%), 902 strains of Gram-positive cocci (9.4%), and 15 strains of fungi (0.2%), which were detected in the lower respiratory tract of the patients. The

strain concordance rate was 41%. The qualified rate of microbial detection in the internal circuit of the ventilator was 5.1%; 13 cases (33.3%) of VAP occurred during 2 weeks of mechanical ventilation. After disinfection, 785 strains of pathogens were detected in the internal circuit of the ventilator, and the number of colonies was significantly reduced compared with that before disinfection [cfu/cm^2 : 0 (0, 20) vs. 150 (15, 500), $P < 0.01$], of which 688 strains of Gram-negative bacilli (87.7%), 92 strains of Gram-positive cocci (11.7%) and 5 strains of fungi (0.6%) were found; the qualified rate of microbial detection in the internal circuit of ventilator reached 71.8%, which was significantly higher than that before disinfection ($P < 0.01$); 2 weeks after mechanical ventilation the incidence of VAP decreased slightly during the period [20.5% (8/39) vs. 33.3% (13/39)], but there was no significant difference ($P > 0.05$). **Conclusions** The internal circuit of the ventilator can be used to detect the pathogen and the sputum culture of the patients on mechanical ventilation with a high consistency. The disinfection of the pathogen could significantly reduce the air pollution of the ventilator and reduce the occurrence of VAP in the patients.

【Key words】 Ventilator internal circuit; Disinfection; Ventilator-associated pneumonia

Fund program: Hangzhou City Health Science and Technology Project in Zhejiang Province (2017A74)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.015

呼吸机相关性肺炎(VAP)是重症医学科(ICU)内接受机械通气治疗患者十分常见的并发症,国内外报道 VAP 发生率及病死率较高^[1-3]。使用被病原菌污染的呼吸机管路,与患者并发 VAP 之间存在相关性,呼吸机管路污染是导致 VAP 的重要外源性因素^[4]。呼吸机外壳、外部管路和附件均有大量细菌生长^[5],但上述配件易于拆卸消毒,而呼吸机内部气路部分拆卸困难,导致常规消毒困难。呼吸机内部回路病原菌污染,交叉使用可导致 VAP^[6]。目前呼吸机内部回路消毒方法及疗效的研究报道较少,临床上缺乏疗效确切且安全可行的消毒方法。本研究通过呼吸机内部回路消毒机,使用臭氧(O_3)对呼吸机内部回路进行消毒,旨在明确呼吸机内部回路病原菌消毒对患者 VAP 的预防效果。

1 资料与方法

1.1 病例选择:采用前后对照研究方法,选择 2017 年 1 月至 2018 年 6 月杭州市老年病医院 ICU 收治的有创机械通气患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:气管切开行有创机械通气治疗患者,未发生 VAP 或曾经并发 VAP 但已经治愈。

1.1.2 排除标准:合并 VAP 且尚未治愈;试验期间曾间断脱机;肿瘤终末期;多器官功能衰竭者。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经医院伦理委员会审核批准(审批号:2018-105-01),所有治疗经过患者家属的知情同意。

1.2 研究方法:机械通气患者使用型号相同的呼吸机外部管路,包括呼吸机螺纹管、积水杯、湿化罐及 Y 管,呼吸机外部管路一旦污染立即更换,其余情况下每周常规更换 1 次;每日给予洗必泰进行口腔护理;床头抬高并保持 $\geq 30^\circ$;每 2 h 进行 1 次翻身、叩背、吸痰护理;气管导管套囊压力每 4 h 监测 1 次,压力维持在 20~25 cmH_2O (1 cmH_2O =

0.098 kPa)。医护人员均遵守无菌操作原则,操作时戴无菌手套、口罩和帽子,接触患者前后及周围物品均执行手卫生。所有患者均留置鼻肠管进行幽门后肠内营养治疗。

机械通气 2 周后,使用天津市圣宁生物科技有限公司生产的 SN-803-A 型呼吸机内部回路消毒机对呼吸机内部回路进行消毒,包括吸气管路、呼气管路、传感器。消毒机制:通过病房中心供养端将氧气通过消毒机设备转换为 O_3 ,呼吸机与消毒机通过管路连接形成密闭回路, O_3 在密闭回路内进行消毒,杀灭其表面的病原菌,消毒结束后 O_3 经解析达到标准后排出。

1.3 呼吸机内部回路微生物检测及鉴定:分别于消毒前后在呼吸机内部回路呼气端口 3 cm 处采用棉拭涂抹采样法进行采样,立即送检接种。将擦拭的棉拭子接种于营养琼脂平板,置于 37 $^\circ\text{C}$ 恒温箱内培养 48 h,根据国家制定的《医院消毒卫生标准》进行菌落计数。消毒后的管路合格标准为微生物菌落数 $< 5 \text{ cfu}/\text{cm}^2$ 以及无致病菌检出。采用美国 BD 公司 PHOENTX-1 型细菌自动鉴定仪对检出的病原菌进行菌株鉴定。

1.4 VAP 判定标准:参考 2018 中国成人医院活动性肺炎与 VAP 诊断和治疗指南,胸部 X 线或 CT 有新发或进展性浸润影、实变影或磨玻璃影,合并体温 $> 38^\circ\text{C}$ 、分泌物呈脓性、白细胞计数(WBC) $> 12 \times 10^9/\text{L}$ 或 $< 4 \times 10^9/\text{L}$ 中至少 2 项;同时排除急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、肺水肿、肺栓塞等疾病。

1.5 观察评估指标:消毒前患者呼吸机内部回路物表微生物与患者下呼吸道痰培养病原菌的一致性,消毒前后同一患者呼吸机内部回路物表微生物菌落数;管路合格率;2 周 VAP 发生率。

1.6 统计学方法:使用 SPSS 17.0 软件进行数据统

计与分析。符合正态分布的计量数据以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,采用 t 检验;非正态分布的连续变量以中位数(四分位数) [$M(Q_L, Q_U)$] 表示,采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料: 共纳入调查机械通气患者 39 例及其使用呼吸机 39 台,其中男性 23 例,女性 16 例;年龄 65~97 岁,平均 (78.7 ± 7.6) 岁;呼吸机包括西门子 Maquet 28 台, Mindray 9 台, Dräger 2 台。患者机械通气时间、急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)、基础疾病、合并感染性疾病、生化指标、入院时痰培养情况见表 1。

表 1 39 例机械通气患者入院基本资料			
指标	数值	指标	数值
基本信息		生化指标	
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	78.7 $\pm$ 7.6	WBC ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	80 $\pm$ 38
男性[例(%)]	23(59.0)	CRP [mg/L, $M(Q_L, Q_U)$]	270(50, 400)
机械通气时间[年, $M(Q_L, Q_U)$]	2(1, 4)	ALT (U/L, $\bar{x} \pm s$)	20.4 $\pm$ 16.6
APACHE II (分, $\bar{x} \pm s$)	16.9 $\pm$ 4.2	AST (U/L, $\bar{x} \pm s$)	26.7 $\pm$ 11.2
基础疾病[例(%)]		ALB (g/L, $\bar{x} \pm s$)	32.9 $\pm$ 3.6
脑卒中	27(69.2)	BUN [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]	6.9(4.9, 11.0)
帕金森病	3(7.7)	SCr [$\mu\text{mol/L}$, $M(Q_L, Q_U)$]	64(44, 102)
阿尔茨海默病	2(5.1)	入院时痰培养[例(%)]	
运动神经元病	2(5.1)	革兰阴性杆菌	
多系统萎缩	2(5.1)	铜绿假单胞菌	
格林巴利综合征	1(2.6)	铜绿假单胞菌	
COPD	1(2.6)	黏质沙雷菌	
脑外伤后遗症	1(2.6)	肺炎克雷伯菌	
合并感染性疾病[例(%)]		洛非不动杆菌	
泌尿道感染	14(35.9)	大肠埃希菌	
导管相关性血流感染	4(10.2)	鲍曼不动杆菌	
压疮	2(5.1)	醋酸钙不动杆菌	
皮肤软组织感染	2(5.1)	正常菌群	

注: APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, COPD 为慢性阻塞性肺疾病, WBC 为白细胞计数, CRP 为 C-反应蛋白, ALT 为丙氨酸转氨酶, AST 为天冬氨酸转氨酶, ALB 为血清白蛋白, BUN 为尿素氮, SCr 为血肌酐

2.2 消毒前后病原菌及 VAP 发生情况(表 2~3): 消毒前呼吸机内部回路检出 9604 株病原菌,其中革兰阴性杆菌 8 687 株(占 90.4%),革兰阳性球菌 902 株(占 9.4%),真菌 15 株(占 0.2%)。呼吸机内部回路与患者下呼吸道痰培养检出的菌株有 41% 相同。消毒前呼吸机内部回路病原菌检测合格率为 5.1%;患者机械通气 2 周内发生 VAP 13 例(33.3%)。

消毒后呼吸机内部回路检出 785 株病原菌,其中革兰阴性杆菌 688 株(占 87.7%),革兰阳性球菌

92 株(占 11.7%),真菌 5 株(占 0.6%),呼吸机内部回路微生物菌落数明显低于消毒前,且管路合格率明显高于消毒前(均 $P < 0.01$),机械通气 2 周内 VAP 发生率[20.5%(8/39)]较消毒前略有下降($P > 0.05$)。

表 2 39 例机械通气患者呼吸机内部回路消毒前后呼气端口病原菌分布

呼吸机 内部回路菌株	菌株数[株(%)]	
	消毒前	消毒后
革兰阴性杆菌		
黏质沙雷菌	2 346(24.4)	120(15.3)
洛非不动杆菌	1 900(19.8)	170(21.7)
铜绿假单胞菌	1 721(17.9)	113(14.4)
溶血不动杆菌	900(9.4)	60(7.7)
肺炎克雷伯菌	856(8.9)	110(14.0)
洋葱霍尔德菌	530(5.5)	100(12.7)
嗜麦芽窄食单胞菌	434(4.5)	15(1.9)
革兰阳性球菌		
表皮葡萄球菌	902(9.4)	92(11.7)
真菌		
曲霉菌	15(0.2)	5(0.6)

表 3 39 例机械通气患者呼吸机内部回路消毒前后呼气端口菌落数及管路合格率比较

时间	例数 (例)	菌落数 [cfu/cm ² , $M(Q_L, Q_U)$]	管路合格率 (%)
消毒前	39	150(15, 500)	5.1
消毒后	39	0(0, 20)	71.8
检测值		$t = -5.807$	$\chi^2 = 36.617$
P 值		< 0.001	< 0.001

3 讨论

VAP 是机械通气患者常见的合并症,一旦发生可延长患者机械通气时间、住院时间,增加病死率。有研究表明,呼吸机回路中的病原菌可通过冷凝水或机械通气时形成的气溶胶进入患者呼吸道继发感染,这是导致 VAP 的主要因素^[5]。有研究表明,机械通气数小时后呼吸机管路即被污染,对呼吸机管路进行采样检测提示病原菌生长,呼吸机管路病原菌菌株与患者下呼吸道痰培养菌株一致性为 71%,提示机械通气患者下呼吸道感染与气路管道的污染有显著相关性^[7]。机械通气 10 d 后呼吸机管路病原菌检出率可高达 90.3%^[8]。因此,呼吸机管路消毒是减少 VAP 发生的重要预防措施。

呼吸机本身的消毒极其重要,呼吸机外部管路、积水杯、Y 管、湿化罐等外部设备可通过物理或化学等消毒方法进行彻底消毒,或者使用一次性管路保持管路无菌状态,而呼吸机内部回路部分设备因为拆卸困难等多种因素导致无法常规消毒。Arai 和 Azevedo 等^[9]对采用化学消毒液经过简单消毒的麻

醉机呼吸回路进行微生物取样检测后发现,有些部位真菌和细菌的污染率高达 39.3%,表明呼吸机常规消毒效果不佳。对上海市 10 家医院麻醉机污染情况调查显示,麻醉机内部管路污染严重,个别麻醉机内部回路病原菌菌落数 $>10^4$ cfu/cm²,并伴有真菌生长;使用麻醉机内部回路消毒机进行 O₃ 消毒,其灭菌率达 $(94.3 \pm 9.3)\%$,消毒疗效确切^[10]。近年来部分医疗机构开始使用呼吸机内部回路消毒机进行消毒。有文献报道,使用呼吸机内部回路机消毒后呼吸机内部回路细菌菌落数较消毒前明显下降,且患者早发型 VAP(5 d 内 VAP)发生率明显下降^[11]。因各种条件所限,目前进行呼吸机内部回路消毒的文献报道不多,是否可降低患者 VAP 发生率及对预后的影响尚不十分明确。

有研究表明,呼吸机出气回路是患者呼气体流出通道,其病原菌生长率较高,呼吸机进气口与出气口管路中检出的细菌均以革兰阴性菌为主,占 93.76%^[12]。本研究结果显示,机械通气 2 周后,呼吸机内部回路检出 9 604 株病原菌,菌落数为 150(15, 500) cfu/cm²,其中革兰阴性杆菌 8 687 株,革兰阳性球菌 902 株,真菌 15 株,与患者下呼吸道痰培养分离菌株的一致率为 41%,提示呼吸机内部回路污染与患者下呼吸道感染有一定相关性,但仍存在其他感染途径。本研究因条件所限未能进行病原菌基因检测。呼吸机内部回路消毒后检出 785 株病原菌,其中革兰阴性杆菌 688 株,革兰阳性球菌 92 株,真菌 5 株,菌落数为 0(0, 20) cfu/cm²,消毒后呼吸机呼吸管路合格率达 71.8%,与消毒前相比菌落数明显下降,提示呼吸机内部回路消毒机对呼吸机回路消毒效果明确。

分别观察呼吸机内部回路消毒前后 2 周 VAP 发生情况显示,消毒后机械通气 2 周内 VAP 发生率较消毒前略有下降,但差异无统计学意义。考虑与患者 VAP 发生的病因众多有关,患者胃内容物和口咽部分泌物反流误吸是 VAP 最重要的致病因素,本研究纳入患者均存在不同程度神经系统病变,为反流误吸高危患者,更容易因误吸而并发 VAP。

此外,本研究样本量较小,观察时间偏短,收治患者均为老年人,故有一定局限性,仍需要更多大规模研究入组不同疾病人群进一步明确呼吸机内部回路消毒是否可降低 VAP 发生率。

综上所述,呼吸机内部回路污染严重,以革兰阴性杆菌为主,并与患者痰培养病原菌有较高一致性。

使用呼吸机内部回路消毒机对呼吸机内部回路进行臭氧消毒疗效确切,可显著降低微生物菌落数并提高管路合格率,患者 VAP 发生率有所下降。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 刘又宁,曹彬,王辉,等.中国九城市成人医院获得性肺炎微生物学与临床特点调查[J].中华结核和呼吸杂志,2012,35(10): 739-746. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2012.10.009.
Liu YN, Cao B, Wang H, et al. Adult hospital acquired pneumonia: a multicenter study on microbiology and clinical characteristics of patients from 9 Chinese cities [J]. Chin J Tuberc Respir Dis, 2012, 35 (10): 739-746. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2012.10.009.
- [2] Kollef MH, Hamilton CW, Ernst FR. Economic impact of ventilator-associated pneumonia in a large matched cohort [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2012, 33 (3): 250-256. DOI: 10.1086/664049.
- [3] Melsen WG, Rovers MM, Groenwold RH, et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies [J]. Lancet Infect Dis, 2013, 13 (8): 665-671. DOI: 10.1016/S1473-3099(13)70081-1.
- [4] 朱明华,毕艳华,刘华,等.呼吸机管路内细菌污染与呼吸机相关性肺炎的相关性研究[J].中华医院感染学杂志,2017,27(10): 2233-2236. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-170007.
Zhu MH, Bi YH, Liu H, et al. Correlation between bacterial contamination in ventilator circuits and ventilator-associated pneumonia [J]. Chin J Nosocomiol, 2017, 27 (10): 2233-2236. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-170007.
- [5] Long MN, Wickstrom G, Grimes A, et al. Prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients with one versus three ventilator circuit changes per week [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 1996, 17 (1): 14-19. DOI: 10.1016/0196-6553(94)90180-5.
- [6] Wilkes AR. The ability of breathing system filters to prevent liquid contamination of breathing systems: a laboratory study [J]. Anaesthesia, 2002, 57 (1): 33-39. DOI: 10.1046/j.1365-2044.2002.02091.x.
- [7] 孙树梅,李琼,王茵茵,等.发生呼吸机相关性肺炎的高危因素及病原菌分析[J].中华医院感染学杂志,2006,16(8): 882-884. DOI: 10.3321/j.issn:1005-4529.2006.08.014.
Su SM, Li Q, Wang YY, et al. High risk factors and etiology character of ventilator-associated pneumonia [J]. Chin J Nosocomiol, 2006, 16 (8): 882-884. DOI: 10.3321/j.issn:1005-4529.2006.08.014.
- [8] 田莹,马雪琴,刘永刚,等.呼吸机管路更换频率对呼吸机相关性肺炎的影响[J].中华危重病急救医学,2016,28(9): 817-821. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.09.010.
Tian Y, Ma XQ, Liu YG, et al. Influence of different ventilator circuit change frequency on ventilator-associated pneumonia [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (9): 817-821. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.09.010.
- [9] Arai LA, Azevedo RB. Contamination of anesthesia circuits by pathogens [J]. Rev Bras Anesthesiol, 2011, 61 (1): 50-59. DOI: 10.1016/S0034-7094(11)70006-X.
- [10] 高晓东,胡必杰,王文娟,等.上海市 10 所医院麻醉机内部管路污染情况及消毒方法探讨[J].中华医院感染学杂志,2010,20(12): 1726-1727.
Gao XD, Hu BJ, Wang WJ, et al. Study of anesthesia machine circuit contamination and disinfection method in 10 Shanghai hospitals [J]. Chin J Nosocomiol, 2010, 20 (12): 1726-1727.
- [11] 卢云爱.呼吸机内部回路消毒机预防呼吸机相关性肺炎的临床调查[J].中国保健营养,2016,26(33): 343. DOI: 10.3969/j.issn.1004-7484.2016.33.569.
Lu YA. Clinical investigation of ventilator internal circuit disinfection machine to prevent ventilator-associated pneumonia [J]. China Health Care Nutr, 2016, 26 (33): 343. DOI: 10.3969/j.issn.1004-7484.2016.33.569.
- [12] 李红洁,高红梅.观察机械通气患者呼吸机管路细菌污染以及对呼吸机相关性肺炎的影响[J].中国急救医学,2015,35(3): 267-270. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2015.03.019.
Li HJ, Gao HM. Bacterial contamination of ventilator circuit and its influence on ventilator associated pneumonia in mechanically ventilated patients [J]. Chin J Crit Care Med, 2015, 35 (3): 267-270. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2015.03.019.

(收稿日期:2018-10-11)