

改进气囊内测压方法预防呼吸机相关性肺炎的应用研究

黄玲¹ 张丽凤¹ 蒙丽英¹ 周春锋¹ 林景¹ 黎阳¹ 黄冰¹ 陈英²

¹广西医科大学附属肿瘤医院重症医学科, 南宁 530021; ²广西医科大学附属肿瘤医院护理部, 南宁 530021

通信作者: 陈英, Email: gxnncy001@163.com

【摘要】 目的 比较传统测压方法与改进测压方法对气囊内压力的影响以及预防呼吸机相关性肺炎(VAP)的临床效果,为改进临床气囊管理提供理论依据。**方法** ① 实验研究:在气管模型上进行,分为传统测压组与改进测压组,传统测压组将测压表与指示气囊直接连接进行气囊压力检测;改进测压组通过在测压表上连接一个三通管锁定测压表压力为目标压力(32 cmH₂O, 1 cmH₂O=0.098 kPa)后,再连接指示气囊检测。统计两种测压方法造成的压力损失及 10 min 内气囊上液体渗漏情况。② 临床研究:采用历史性队列研究,选择 2014 年 6 月至 2018 年 5 月入住广西医科大学附属肿瘤医院重症加强治疗病房(ICU)行气管插管机械通气的患者为研究对象,以 2016 年 5 月底之前采用传统测压法的患者为对照组(249 例),以 2016 年 6 月以后采用改进测压法的患者为观察组(314 例)。两组均实施了预防 VAP 的集束化策略。比较两组患者 VAP 发生率、机械通气时间及 ICU 住院时间。**结果** ① 实验研究:传统测压组压力损失值为(10.18±0.47) cmH₂O,改进测压组压力损失值为(1.33±0.42) cmH₂O,两组比较差异有统计学意义($t=32.535$, $P=0.000$)。传统测压组检测后 10 min 内气囊上液体全部渗漏,而改进测压组气囊上液体无明显渗漏。② 临床研究:观察组 VAP 发生率虽较对照组有所降低,但差异无统计学意义[5.10%(16/314)比 8.43%(21/249), $P>0.05$]。观察组机械通气时间和 ICU 住院时间较对照组明显缩短($d: 9.93 \pm 3.14$ 比 16.77 ± 5.45 , 11.63 ± 2.28 比 19.12 ± 5.10 , 均 $P<0.01$)。**结论** 改进测压方法可避免传统测压时气囊内压力明显下降以及可能造成的气囊上滞留物渗漏,结合集束化策略可明显改善机械通气患者的临床进程。

【关键词】 改进测压法; 气囊内压力; 机械通气; 呼吸机相关性肺炎

基金项目: 广西医药卫生适宜技术开发与推广应用项目(S2018095); 广西壮族自治区卫生厅自筹经费科研课题(Z20170442)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.08.022

Application study on improving the methods of endotracheal cuff pressure measurement to prevent ventilator-associated pneumonia

Huang Ling¹, Zhang Lifeng¹, Meng Liying¹, Zhou Chunfeng¹, Lin Jing¹, Li Yang¹, Huang Bing¹, Chen Ying²

¹Department of Critical Care Medicine, Guangxi Medical University Cancer Hospital, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China; ²Nursing Department, Guangxi Medical University Cancer Hospital, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Corresponding author: Chen Ying, Email: gxnncy001@163.com

【Abstract】 Objective To compare the intra cuff pressure changes during improved and the traditional method of cuff pressure measurement, then evaluate the effects of ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention. The results highlighted practical recommendations in the process of ETT cuff pressure measurement. **Methods** ① Experimental studies were carried out on the tracheal model with two groups: traditional pressure measurement group and improved pressure measurement group. The traditional pressure measurement group was connected to a handheld pressure gauge with the indicate cuff to get the intra-cuff pressure. The improved method was to insert a 3-way stopcock between the handheld pressure gauge and the indicate cuff. The 3-way stopcock to stabilize handheld pressure gauge reading at 32 cmH₂O (1 cmH₂O = 0.098 kPa) before measure the intra-cuff pressure. The pressure loss caused by two pressure measurement methods and the leakage of liquid on the balloon after 10 minutes was compared. ② Clinical researches: a historic cohort study, patients with mechanical ventilation (MV) admitted to intensive care unit (ICU) of Guangxi Medical University Cancer Hospital from June 2014 to May 2018 were enrolled. The control group (249 cases) was treated with traditional method during June 2014 to May 2016, and the observation group (314 cases) was treated with improved method during June 2016 to May 2018. Clusters of strategies and actions of VAP prevention were applied in both groups. Incidence of VAP, duration of MV, and the length of ICU stay were compared between the two groups. **Results** ① Experimental study: the pressure leakage of the traditional pressure measurement group was (10.18±0.47) cmH₂O, and that of the improved pressure measurement group was (1.33±0.42) cmH₂O, with statistically significant difference between the two groups ($t = 32.535$, $P = 0.000$). All fluid on the cuffs leak after 10 minutes of traditional ways of measurement, however, no visible fluid on the cuffs leaked with improved procedures.

② Clinical research: the incidence of VAP in the observation group was slightly lower than that in the control group, however there was no significant difference [5.10% (16/314) vs. 8.43% (21/249), $P > 0.05$]. The duration of MV and the length of ICU stay in the observation group were significantly shorter than those in the control group (days: 9.93 ± 3.14 vs. 16.77 ± 5.45 , 11.63 ± 2.28 vs. 19.12 ± 5.10 , both $P < 0.01$). **Conclusion** The improved procedures of intra-cuff pressure measurement is a practical method to avoid the pressure leakage and fluid leakage, and the clinical course of MV patients can be significantly improved by combining the clusters of nursing strategies and actions.

【Key words】 Improved ETT cuff pressure measurement procedure; Intra-cuff pressure of endotracheal tube; Mechanical ventilation; Ventilator-associated pneumonia

Fund program: Guangxi Medical and Health Appropriate Technology Development and Extension Project (S2018095); Guangxi Zhuang Autonomous Region Health Department Self-Funded Research Project (Z20170442)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.08.022

呼吸机相关性肺炎(VAP)是机械通气过程中常见的医院获得性感染性疾病,国外大规模临床研究显示, VAP 发生率在 2.5%~40.0% 或 1.3~20.2/千机械通气日^[1-2],国内报道 VAP 发生率在 9.7%~48.4% 或 1.3~28.9/千机械通气日^[3-4]。VAP 可导致机械通气时间、重症加强治疗病房(ICU)住院时间延长及医疗费用增加。宿主自身和医源性因素混杂,导致 VAP 的发生发展,致病微生物通过内源性和(或)外源性途径到达支气管远端突破宿主的防御系统,在肺部繁殖并引起侵袭性损伤是 VAP 的发病机制^[5-6]。其中内源性感染为主要路径,病原菌来自于患者自身口咽及胃食管反流物,气管插管后被膨胀的导管气囊阻隔滞留于声门下间隙,如果气囊压力低于指南推荐安全范围(25~30 cmH₂O, 1 cmH₂O=0.098 kPa)^[7],气囊上滞留物可沿着气囊与气管壁之间的缝隙,或者气囊挤压形成的皱褶通道进入下呼吸道。目前,手持测压表因操作简单、数据直观而广泛应用于气囊压力管理,但由此发现临床中普遍存在低气囊压力现象^[8-10]。本课题组前期研究显示,间断测压导致气囊压力明显下降^[11-12]。本研究针对漏气原因改进了气囊内压力检测方法,对提高呼吸机集束化策略依从性,预防及控制 VAP 的发生发展取得了良好效果,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 实验研究:美国 COVIDIEN 公司生产的手持式测压表 1 个,内径 8.0 cm 锥型气囊可冲洗式气管导管 2 根,内径 2 cm 的透明硬质气管模型 2 个,德国 Braun 公司生产的三通管 1 个。将 2 根气管导管分别插入 2 个直立的气管模型中。用测压表分别给 2 根气管导管气囊充气至目标值(32 cmH₂O)后,断开测压表与指示气囊的连接,同时在 2 根导管气囊上方注入 10 mL 亚甲蓝液,随即采用传统测压法和改进测压法检测气囊压力,观察测压后 10 min 内气囊上液体的渗漏量。重复操作 10 次,取均值。

1.1.1 传统测压法:将测压表与指示气囊直接连接,

测压表上读数为检测值。

1.1.2 改进测压法:测压表上连接三通管,旋转三通呈 45° 关闭状态,挤压充气球囊使测压表压力为目标值(32 cmH₂O)后再与指示气囊连接,转动三通开关使测压表与指示气囊相通,测压表上的数值为检测值。

1.2 临床研究

1.2.1 病例选择:本研究为历史性队列研究。选择 2014 年 6 月至 2018 年 5 月入住本院 ICU 行气管插管机械通气的患者为研究对象。以 2016 年 5 月底之前采用传统测压法监测气囊压力的患者为对照组(249 例),以 2016 年 6 月以后应用改进测压法监测气囊压力的患者为观察组(314 例)。

1.2.1.1 纳入标准:经口或经鼻气管插管,机械通气 > 48 h,年龄 18~80 岁。

1.2.1.2 排除标准:机械通气前诊断为肺炎;机械通气 72 h 内死亡或自动出院者。

1.2.2 伦理学:本研究遵循的程序符合医学伦理学标准,并由医院医学伦理委员会批准(审批号: LW2018016),回顾性病例资料免除知情同意书,其余研究对象均获得患者或家属的知情同意。

1.2.3 预防策略:两组均选择锥形气囊可冲洗导管,实施预防 VAP 集束化策略,包括:①每班交接班检测气囊内压力;②床头抬高 30°~45°;③每日唤醒及拔管撤机评估;④刷牙式口腔护理每日 ≥ 2 次;⑤声门下间隙吸引及冲洗;⑥肠道喂养及定时胃残余量监测;⑦严格执行手卫生;⑧呼吸机管路可见污染时更换。护理人员均对上述内容进行教育培训和过程质量控制。

1.2.4 观察指标:VAP 发生率、机械通气时间和 ICU 住院时间。VAP 诊断标准参照中华医学会重症医学分会《呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南(2013)》^[7]。

1.3 统计学方法:采用 SPSS 19.0 统计软件分析。计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;

计数资料采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 实验研究结果(表1):改进测压组测压后气囊压力损失值明显小于传统测压组($P < 0.01$)。观察测压后 10 min 内,传统测压组气囊上液体全部渗漏,改进测压组气囊上液体无渗漏。提示传统测压方法可造成气囊压力下降低于安全压力范围以及气囊上分泌物坠入下呼吸道,可能导致肺部感染发生或迁延不愈;而改进测压方法可维持气囊压力,阻止气囊上分泌物进入呼吸道发生肺部感染。

表1 不同测压方法两组气囊压力检测值及损失值比较($\bar{x} \pm s$)

组别	样本数 (次)	压力值(cmH ₂ O)		
		校正值	检测值	损失值
传统测压组	10	32.00 ± 0.00	21.82 ± 0.47	10.18 ± 0.47
改进测压组	10	32.00 ± 0.00	30.67 ± 0.42	1.33 ± 0.42

注:两组压力损失值比较, $t=32.535, P=0.000; 1 \text{ cmH}_2\text{O}=0.098 \text{ kPa}$

2.2 临床研究结果

2.2.1 两组患者基本资料比较(表2):两组机械通气患者性别、年龄、急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)、气道插管途径比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),说明两组基线资料均衡,具有可比性。

表2 不同测压方法两组机械通气患者一般资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	APACHE II (分, $\bar{x} \pm s$)	插管途径(例)	
		男性	女性			经口	经鼻
对照组	249	152	97	52.1 ± 10.2	21.5 ± 4.6	163	86
观察组	314	186	128	53.3 ± 11.1	23.0 ± 4.0	202	112
χ^2/t 值		0.663		-0.318	-0.785	0.078	
P 值		0.666		0.753	0.443	0.780	

注:对照组采用传统测压法,观察组采用改进测压法;APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II

2.2.2 两组患者临床指标比较(表3):观察组 VAP 发生率虽较对照组有所下降,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。与对照组比较,观察组机械通气时间和 ICU 住院时间均明显缩短(均 $P < 0.01$)。

表3 两组机械通气患者临床效果比较

组别	例数 (例)	VAP 发生率 [% (例)]	机械通气时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	ICU 住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)
对照组	249	8.43 (21)	16.77 ± 5.45	19.12 ± 5.10
观察组	314	5.10 (16)	9.93 ± 3.14	11.63 ± 2.28
χ^2/t 值		2.520	4.214	5.192
P 值		0.112	0.000	0.000

注:对照组采用传统测压法,观察组采用改进测压法;VAP 为呼吸机相关性肺炎,ICU 为重症加强治疗病房

3 讨论

3.1 造成机械通气患者低气囊压力的原因分析:气管导管前端的气囊为密闭气道有效实施正压通气和防止反流误吸而设计,虽然国内外指南均明确提出将气囊压力维持在 25 ~ 30 cmH₂O 可确保其功效及减轻气管黏膜损伤,但均未给出具体实施方案或如何为保障持续压力提供帮助。通过测压表检测发现,临床中普遍存在低气囊压力现象^[8-10]。黄小群等^[13]对广东省 16 家医院 28 个 ICU 的现状调查显示,半数以上护理人员表示在使用气囊测压表时有漏气,但未能究其原因,临床中不测压或者依据个人经验手指触感等做法非常普遍。早年杜斌等^[14]就指出,通过手指触摸估计压力与实际压力之间的相关性极差,往往会过高估计气囊内压力值。一旦气囊压力超过气管黏膜及黏膜下层的灌注压力(35 cmH₂O),则可能造成黏膜纤毛萎缩、溃疡、出血、气管狭窄和气管食管瘘,压力不足可导致机械通气气体泄漏,显著增加 VAP 发生风险以及导致 VAP 迁延不愈。付优和席修明^[10]通过 Logistic 回归分析提示,气管插管直径、插管时间、ICU 住院期间外出检查、镇静时间、镇痛时间、翻身次数、吸痰次数等均不是影响气管插管气囊压力的因素。在本次实验研究中,采用传统测压法,即将测压表与指示气囊直接连接后测压表显示压力仅为(21.82 ± 0.47) cmH₂O,明显低于指南推荐的安全范围,气囊上液体在 10 min 内完全渗漏。本课题组前期研究结果提示,使用传统测压法导致的压力丢失包括两部分:一部分是断开及连接指示气囊时逸出的少部分气体;另外一部分是检测时气囊内气体转移到测压表的空间导致压力降低^[6-7]。

机械通气患者经口或经鼻气管插管后,气囊在声门以下,除应用纤维支气管镜检查外,从口腔外部无法观察气道密闭效果。本次实验研究的意义在于通过在气管模型上进行测压演示,揭示传统测压操作导致气囊内压力明显下降及气囊上液体渗漏的过程,帮助医护人员改变既往气囊管理的理念和行为,从而提高集束化策略的依从性。

3.2 改进测压方法可避免传统方法测压时气囊内压力明显下降,预防气囊上滞留物渗漏:本研究针对压力损失原因改进测压操作方法,即在测压表上连接一个三通管,三通开关调至夹角呈 45°,充气使测压表内压力与初始设置目标压力相同,再与指示气囊连接,转动三通管使测压表与指示气囊相通。

结果显示,检测后压力为 $(30.67 \pm 0.42) \text{ cmH}_2\text{O}$,气囊内压力无明显下降;气囊上液体 10 min 内无渗漏,提示气囊密闭效果良好,与前期研究结果一致^[15]。配合声门下冲洗及定时吸引,可最大限度清除气囊上滞留物,减少病原菌的数量和浓度,进而阻断 VAP 内源性感染的主要途径。

3.3 改进气囊测压方法结合集束化策略明显改变患者临床进程:集束化策略作为预防 VAP 的有效干预措施^[16],临床依从性影响策略的实施效果。本研究在临床执行过程中安排专人采用集束化策略核查清单、交接班质量考核表、声门下吸引记录表、床头抬高登记表等,每日督查确保集束化策略得到规范执行。结果显示,观察组 VAP 发生率虽较对照组有所下降,但两组差异无统计学意义,可能与本科收治患者合并基础疾病、免疫功能低下、临床表现复杂等有关。此外,观察组机械通气时间和 ICU 住院时间较对照组明显缩短,提示改进气囊测压方法从控制内源性感染途径为切入点,能较好维持气囊内压力稳定,督促集束化策略的规范执行,有效改变机械通气患者的临床进程,减少医疗资源占用率和减轻患者的经济负担和心理负担。

4 结 论

VAP 的诊断和治疗重点在于改善预防措施,不恰当的护理操作及管理都可能增加肺部感染机会。改进测压方法可避免传统测压时气囊内压力明显下降以及可能造成的气囊上滞留物渗漏,联合集束化策略可明显改善机械通气患者的预后,为推进完善人工气道管理的质量控制标准提供理论依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Rosenthal VD, Bijie H, Maki DG, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary of 36 countries, for 2004–2009 [J]. *Am J Infect Control*, 2012, 40 (5): 396–407. DOI: 10.1016/j.ajic.2011.05.020.
- [2] 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.
- [3] 高晓东, 胡必杰, 崔扬文, 等. 中国大陆 46 所医院呼吸机相关性肺炎发病率多中心前瞻性监测 [J]. *中国感染控制杂志*, 2015, 14 (8): 540–543. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2015.08.008. Gao XD, Hu BJ, Cui YW, et al. A multicenter prospective monitoring on incidences of ventilator-associated pneumonia in 46 hospitals in China [J]. *Chin J Infect Control*, 2015, 14 (8): 540–543. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2015.08.008.
- [4] 张军艳, 何启强, 周波, 等. ICU 患者发生呼吸机相关性肺炎的危险因素分析 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2015, 25 (15): 3467–3469. DOI: 10.11816/cn.ni.2015-141920. Zhang JY, He QQ, Zhou B, et al. Risk factors for ventilator-associated pneumonia in ICU patients [J]. *Chin J Infect Control*, 2015, 25 (15): 3467–3469. DOI: 10.11816/cn.ni.2015-141920.
- [5] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南 (2018 年版) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2018, 41 (4): 255–280. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2018.04.006. Infectious Group, Society of Respiratory Diseases, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of hospital acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia in adults of China (2018 edition) [J]. *Chin J Tuberc Respir Dis*, 2018, 41 (4): 255–280. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2018.04.006.
- [6] 黄玲, 张丽凤, 张爱桂, 等. 不同形状气管导管套囊对呼吸机相关性肺炎预防作用的对比研究 [J]. *护士进修杂志*, 2014, 29 (23): 2128–2131. Huang L, Zhang LF, Zhang AG, et al. Comparative study of the preventive effect on ventilator-associated pneumonia by different shapes of endotracheal catheter cuff [J]. *J Nurs Training*, 2014, 29 (23): 2128–2131.
- [7] 中华医学会重症医学分会. 呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南 (2013) [J]. *中华内科杂志*, 2013, 52 (6): 524–543. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2013.06.024. Society of Critical Care Medicine, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis, prevention and treatment of respiratory related pneumonia (2013) [J]. *Chin J Intern Med*, 2013, 52 (6): 524–543. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2013.06.024.
- [8] Nseir S, Zerimech F, Fournier C, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure and microaspiration of gastric contents in critically ill patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 184 (9): 1041–1047. DOI: 10.1164/rccm.201104-0630OC.
- [9] Nseir S, Lorente L, Ferrer M, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure for VAP prevention: a collaborative meta-analysis of individual participant data [J]. *Ann Intensive Care*, 2015, 5 (1): 43. DOI: 10.1186/s13613-015-0087-3.
- [10] 付优, 席修明. 机械通气患者低气囊压力的影响因素分析 [J]. *中华危重病急救医学*, 2014, 26 (12): 870–874. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.12.005. Fu Y, Xi XM. Analysis on risk factors of endotracheal cuff under inflation in mechanically ventilated patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2014, 26 (12): 870–874. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.12.005.
- [11] 黄玲, 张丽凤, 蒙丽英, 等. 手持测压表间断测压致气管导管套囊内压力损失的原因分析 [J]. *中华护理杂志*, 2016, 51 (12): 1501–1503. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2016.12.020. Huang L, Zhang LF, Meng LY, et al. Cause analysis of pressure loss in high volume low pressure (HVLP) cuff caused by intermittent measurement of handheld gauge [J]. *Chin J Nurs*, 2016, 51 (12): 1501–1503. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2016.12.020.
- [12] 黄玲, 谢辰, 张丽凤, 等. 手持测压表间断测量对气管导管气囊内压力的影响 [J]. *中华危重病急救医学*, 2017, 29 (1): 71–74. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.015. Huang L, Xie C, Zhang LF, et al. Influence of intermittently monitoring on endotracheal tube cuff pressure using handheld pressure gauge [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (1): 71–74. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.015.
- [13] 黄小群, 宫玉翠, 李平东, 等. 广东省人工气道气囊压力监测实施情况的调查研究 [J]. *全科护理*, 2015, 13 (10): 948–950. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4748.2015.010.042. Huang XQ, Gong YC, Li PD, et al. Investigation and study on the implementation of artificial airway balloon pressure monitoring in Guangdong Province [J]. *Chin Gen Nurs*, 2015, 13 (10): 948–950. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4748.2015.010.042.
- [14] 杜斌, 雷红, 孙红, 等. 通过触觉不能准确判断气管插管套囊内压力 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2004, 27 (10): 710–712. DOI: 10.3760/j.issn.1001-0939.2004.10.022. Du B, Lei H, Sun H, et al. The intracapsular pressure of endotracheal intubation can not be accurately judged by tactile sensation [J]. *Chin J Tuberc Respir Dis*, 2004, 27 (10): 710–712. DOI: 10.3760/j.issn.1001-0939.2004.10.022.
- [15] 黄玲, 陈英, 张丽凤, 等. 两种测压方法对不同形状气囊密闭气道效果的影响研究 [J]. *中华护理杂志*, 2019, 54 (2): 279–228. Huang L, Chen Y, Zhang LF, et al. Comparison on the changes of tracheal sealing effects during direct and indirect measurement procedure with two shapes of cuffs [J]. *Chin J Nurs*, 2019, 54 (2): 279–228.
- [16] Klompas M, Li L, Kleinman K, et al. Associations between ventilator bundle components and outcomes [J]. *JAMA Intern Med*, 2016, 176 (9): 1277–1283. DOI: 10.1001/jamainternmed.2016.2427. (收稿日期: 2018-08-23)