

论著·临床研究

先天性心脏病术后呼吸机相关性肺炎 病原菌变化及危险因素分析

孙悦霖 符跃强 马宏图 刘成军 许峰

(重庆医科大学附属儿童医院重症医学科 / 儿童发育疾病研究教育部重点实验室 /
儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地 / 儿科学重庆市重点实验室, 重庆 400014)

[摘要] **目的** 探究先天性心脏病(简称先心病)患儿术后呼吸机相关性肺炎(VAP)的病原菌分布、药敏情况及危险因素,为先心病术后VAP的防治提供临床依据。**方法** 根据VAP的发生情况,将2012年1月至2014年12月行先心病手术后机械通气时间超过48 h的312例患儿分为VAP组($n=53$)和非VAP组($n=259$)。采集VAP患儿的痰标本进行病原菌培养及相关药物敏感性试验;应用logistic回归分析先心病患儿术后发生VAP的危险因素。**结果** 53例VAP患儿的痰培养阳性者51例,共培养出阳性菌株63株,其中革兰阴性菌49株(78%),革兰阳性菌9株(14%),真菌5株(8%)。药敏试验结果显示革兰阴性菌对阿莫西林、哌拉西林、头孢噻肟及头孢他啶等耐药率较高(总耐药率>74%),而对阿米卡星、多粘菌素及美洛培南较敏感(总耐药率19%~32%)。单因素分析发现两组在白蛋白水平、术前抗生素使用情况、机械通气时间、插管次数、镇痛时间、体外循环时间、主动脉阻断时间及是否使用 H_2 受体阻断剂等方面比较,差异有统计学意义($P<0.05$);Logistic回归分析显示,白蛋白水平 <35 g/L、机械通气时间 ≥ 7 d、插管次数 ≥ 3 次、体外循环时间 ≥ 100 min及主动脉阻断时间 ≥ 60 min为先心病患儿术后VAP发生的独立危险因素($P<0.05$)。**结论** 革兰阴性菌为先心病术后VAP的主要致病菌;临床上应根据病原菌分布及药敏试验结果,合理选用抗生素;同时根据VAP发生的危险因素,积极采取综合防治措施,降低先心病患儿术后VAP的发病率。

[中国当代儿科杂志, 2015, 17(11): 1204-1209]

[关键词] 呼吸机相关性肺炎;先天性心脏病;危险因素;病原菌;儿童

Pathogens and risk factors for ventilator-associated pneumonia in children with congenital heart disease after surgery

SUN Yue-Lin, FU Yue-Qiang, MA Hong-Tu, LIU Cheng-Jun, XU Feng. Pediatric Intensive Care Unit, Children's Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 400014, China (Xu F, Email: xufeng9897@163.com)

Abstract: Objective To investigate the distribution and drug sensitivity of pathogens and risk factors for ventilator-associated pneumonia (VAP) in children with congenital heart disease (CAD) after surgery. **Methods** According to the occurrence of VAP, 312 children with CAD who received mechanical ventilation after surgery for 48 hours or longer between January 2012 and December 2014 were classified into VAP ($n=53$) and non-VAP groups ($n=259$). Sputum samples were collected and cultured for pathogens in children with VAP. The drug sensitivity of pathogens was analyzed. The risk factors for postoperative VAP were identified by multiple logistic regression analysis. **Results** The sputum cultures were positive in 51 out of 53 children with VAP, and a total of 63 positive strains were cultured, including 49 strains of Gram-negative bacteria (78%), 9 strains of Gram-positive bacteria (14%) and 5 strains of fungi (8%). The drug sensitivity test showed that Gram-negative bacteria were resistant to amoxicillin, piperacillin, cefotaxime and ceftazidime, with a resistance rate of above 74%, and demonstrated a sensitivity to amikacin, polymyxin and meropenem (resistance rate of 19%-32%). Single factor analysis showed albumin levels, preoperative use of antibiotics, duration of mechanical ventilation, times of tracheal intubation, duration of anesthesia agent use, duration of cardiopulmonary bypass, duration of aortic occlusion and use of histamin2-receptor blockade were significantly

[收稿日期] 2015-04-02; [接受日期] 2015-05-20

[基金项目] 十二五”国家重大科技支撑资助项目(国科 2012BA104B01-05)。

[作者简介] 孙悦霖,女,硕士研究生。

[通信作者] 许峰,男,教授。

different between the VAP and non-VAP groups ($P<0.05$). The multiple logistic regression showed albumin levels (<35 g/L), duration of mechanical ventilation (≥ 7 d), times of tracheal intubation (≥ 3), duration of cardiopulmonary bypass (≥ 100 minutes) and duration of aortic occlusion (≥ 60 minutes) were independent risk factors for VAP in children with CAD after surgery. **Conclusions** Gram-negative bacteria are main pathogens for VAP in children with CAD after surgery. The antibiotics should be used based on the distribution of pathogens and drug sensitivity test results of pathogens. The effective measures for prevention of VAP should be taken according to the related risk factors for VAP to reduce the morbidity of VAP in children with CAD after surgery. [Chin J Contemp Pediatr, 2015, 17(11): 1204-1209]

Key words: Ventilator-associated pneumonia; Congenital heart disease; Risk factor; Pathogen; Child

近年来,随着婴幼儿先天性心脏病(简称先心病)手术数量的逐渐增加,先心病术后并发症也显著增多,严重影响患儿的康复过程^[1]。其中,呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是其常见的术后并发症之一。VAP是指机械通气时间超过 48 h 或脱离呼吸机时间不足 48 h 新发的肺部感染^[2]。先心病患儿术后大多需使用呼吸机辅助通气直至恢复自主呼吸,但由于基础疾病较重、营养不良、自身抵抗力下降、多合并肺部感染等原因,另外术中插管、建立体外循环及抗生素使用不当等,使得先心病患儿在机械通气过程中更容易发生 VAP,导致上机时间延长,严重者甚至危及生命^[3]。因此,本研究通过对我院 2012 年 1 月至 2014 年 12 月由胸心外科行先心病手术且术后机械通气时间超过 48 h 的 312 例患儿的临床资料进行回顾性分析,探讨先心病术后 VAP 的病原菌分布、耐药性特点及危险因素,以期为先心病术后 VAP 的防治提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2012 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 30 日,于本院胸心外科行小儿先心病外科手术,术后转入儿童重症监护病房(PICU)给予呼吸机通气治疗,且机械通气时间 >48 h 的 312 例患儿作为研究对象。根据患儿术后是否发生 VAP 将其分为 VAP 组与非 VAP 组,其中, VAP 组 53 例,男 29 例,女 24 例,入院年龄 0.2~10.0 岁,平均年龄 2.2 ± 2.0 岁,体重 5~33 kg,平均体重 16 ± 4 kg;非 VAP 组 259 例,男 153 例,女 106 例,年龄 0.3~11.2 岁,平均年龄 2.4 ± 1.9 岁,体重 5~36 kg,平均体重 17 ± 5 kg。小儿先心病类型主要包括单纯性及复杂性先心病(表 1)。两组患儿在年龄、体重及先心病类型等方面比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 VAP 及非 VAP 组患儿先心病类型组成 [例(%)]

疾病类型	例数	非 VAP 组	VAP 组
单纯先天性心脏病	121	102(84.3)	19(15.7)
VSD 或伴 ASD 或伴 PDA 或伴 PH	67	57(55.9)	10(52.6)
ASD 伴 PDA	36	30(29.4)	6(31.6)
ASD 伴 PH	18	15(14.7)	3(15.8)
复杂先天性心脏病	191	157(82.2)	34(17.8)
TGA	32	27(17.2)	5(14.7)
TOP	53	44(28.0)	9(26.5)
PA	19	16(10.2)	3(8.8)
DORV	19	15(9.6)	4(11.8)
AVSD	21	17(10.8)	4(11.8)
TAPVC	24	19(12.1)	5(14.7)
三房心	7	6(3.8)	1(2.9)
PS+VSD+PDA	5	4(2.6)	1(2.9)
COA 或伴 VSD 或伴 ASD	6	5(3.2)	1(2.9)
PAPVC+ASD+PDA+PH	4	3(1.9)	1(2.9)
DCRV+VSD+ 主动脉骑跨	1	1(0.6)	0(0)

注: VSD: 室间隔缺损; ASD: 房间隔缺损; PDA: 动脉导管未闭; PH: 肺动脉高压; TGA: 完全型大动脉转位; TOP: 法洛四联症; PA: 肺动脉瓣闭锁; DORV: 右室双出口; AVSD: 完全性房室间隔缺损; TAPVC: 完全性肺静脉异位引流; COA: 主动脉缩窄。

1.2 VAP 诊断标准

VAP 的诊断标准依据中华医学会 2013 年制定的《医院获得性肺炎诊断、预防和治疗指南》^[4]:

- (1) 使用呼吸机辅助呼吸 ≥ 48 h 或脱机 ≤ 48 h;
- (2) 胸片检查提示肺部出现新发或进行性扩大的肺部浸润阴影;
- (3) 肺部听诊可闻及湿罗音;
- (4) 体温升高($>38^{\circ}\text{C}$), 呼吸道出现脓性分泌物;
- (5) 外周血象指标, 白细胞 $>10.0 \times 10^9/\text{L}$ 或 $<4.0 \times 10^9/\text{L}$;
- (6) 微生物学检测, 呼吸道分泌物培养出新的病原菌。

1.3 病原菌检查

机械通气时间 >48 h 后, 采用一次性吸痰管在无菌条件下通过气管导管吸取下呼吸道分泌物, 放置于无菌管中, 30 min 内送检行病原菌培养及相关药物敏感试验。

1.4 观察指标

采取回顾性分析的方法,收集 VAP 与非 VAP 组患儿流行病学及住院期间临床观察指标,包括性别、白蛋白水平、术前抗生素应用情况、机械通气时间、插管次数、镇痛时间、先心病类型、体外循环时间、主动脉阻断时间及是否使用 H₂ 受体抑制剂等,并比较两组间的差异。

1.5 疗效评判标准

患者的临床症状及体征、实验室及病原学检查均恢复正常,则评定为痊愈;患者的临床症状和体征均得到显著改善,咳嗽和咯痰显著减少,痰量在每天 10 mL 以下,具有较清晰的呼吸音,有少量干湿罗音存在于肺部,则评定为好转^[5]。

1.6 统计学分析

使用 SPSS 17.0 统计软件对数据进行统计学分析,计量资料采用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,两组间比较采用 *t* 检验;计数资料采用百分率或构成比 (%) 表示,两组间比较采用 χ^2 检验;采用多因素 logistic 回归,分析先心病术后 VAP 发生的危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 VAP 的发生率

按照 VAP 的诊断标准,312 例机械通气时间超过 48 h 的患儿中,53 例发生 VAP,VAP 的发病率为 17.0%。

2.2 VAP 患儿病原菌分布

53 例 VAP 患儿的痰培养阳性者 51 例,阳性率为 96%。其中共培养出阳性菌株 63 株,有 7 例患儿的标本中同时培养出 2 种细菌,2 例患儿的标本中同时培养出 3 种细菌,1 例患儿的标本中同时分别培养出 1 种细菌和真菌。患儿多重菌感染率为 20%。主要致病菌为革兰阴性菌 (49 株,78%),其中铜绿假单胞菌的检出率为 33% (21/63)、鲍曼不动杆菌为 14% (9/63)、肺炎克雷伯杆菌为 11% (7/63)、嗜麦芽寡养单胞菌为 10% (6/63),另检出阴沟肠杆菌和大肠埃希菌各 2 株,其他 2 株。检出革兰阳性菌 9 株 (14%),以金黄色葡萄球菌为主 (5 株),另检出溶血性葡萄球菌及粪肠球菌各 2 株。检出真菌 5 株,其中白色假丝酵母菌 3 株,光滑念珠菌 2 株。见表 2。

表 2 53 例 VAP 患儿 63 株病原菌分布构成比

病原菌	株数	构成比 (%)
革兰阴性菌	49	78
铜绿假单胞菌	21	33
鲍曼不动杆菌	9	14
肺炎克雷伯菌	7	11
嗜麦芽寡养单胞菌	6	10
阴沟肠杆菌	2	3
大肠埃希菌	2	3
其他	2	3
革兰阳性菌	9	14
金黄色葡萄球菌	5	8
溶血性葡萄球菌	2	3
粪肠球菌	2	3
真菌	5	8
白假丝酵母菌	3	5
光滑念珠菌	2	3
合计	63	100

2.3 VAP 致病菌耐药性分析

本研究中,先心病术后 VAP 致病菌主要以革兰阴性菌为主,其中,铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌及嗜麦芽寡养单胞菌为最常见的 4 种 VAP 革兰阴性菌病原菌。所检出的 4 种主要革兰阴性菌对 β -内酰胺类抗生素包括阿莫西林、哌拉西林、头孢噻肟及头孢他啶等耐药率较高 (总耐药率均 $>74\%$);对阿米卡星、多粘菌素及美洛培南较敏感 (总耐药率为 19%~32%) (表 3)。本研究中,9 株革兰阳性菌株主要以金黄色葡萄球菌为主,其对青霉素、复方磺胺、阿莫西林/克拉维酸钾及红霉素耐药性较高;对万古霉素均敏感。本研究中,共分离出 5 株真菌,主要包括白假丝酵母菌和光滑念珠菌,其对 5-氟胞嘧啶、两性霉素 B、伊曲康唑、氟康唑等常用抗真菌药物均敏感。

2.4 VAP 发生的相关危险因素分析

对非 VAP 组与 VAP 组进行单因素 χ^2 检验分析,结果提示先心病术后 VAP 的发生与白蛋白水平、术前抗生素使用情况、机械通气时间、插管次数、镇痛时间、体外循环时间、主动脉阻断时间及是否使用 H₂ 受体抑制剂有关,两组间比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$);而 VAP 组患儿性别、先心病类型与非 VAP 组患儿相比差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4。

表 3 主要革兰阴性菌的耐药性分析 [株(%)]

抗菌药物	铜绿假单胞菌 (21 株)	鲍曼不动杆菌 (9 株)	肺炎克雷伯菌 (7 株)	嗜麦芽寡养单胞菌 (6 株)	总耐药率
阿莫西林	21(100)	8(89)	7(100)	5(83)	41(95)
哌拉西林	19(90)	9(100)	6(86)	5(83)	39(91)
哌拉西林 / 他唑巴坦	11(52)	5(56)	4(57)	4(67)	24(56)
氨苄西林 / 舒巴坦	12(57)	7(78)	4(57)	3(50)	26(60)
头孢噻肟	19(90)	8(89)	6(86)	6(100)	39(91)
头孢他啶	17(81)	6(67)	5(71)	4(67)	32(74)
头孢吡肟	12(57)	5(56)	5(71)	4(67)	26(60)
头孢哌酮 / 舒巴坦	8(38)	4(44)	3(43)	2(33)	17(40)
复方新诺明	10(48)	4(44)	4(57)	—	18(49)
环丙沙星	7(33)	4(44)	3(43)	2(33)	16(37)
氨基糖苷	6(29)	5(56)	3(43)	2(33)	16(37)
阿米卡星	3(14)	4(44)	0(0)	1(17)	8(19)
庆大霉素	8(38)	3(33)	3(43)	2(33)	16(37)
美洛培南	4(19)	5(56)	2(29)	1(17)	12(28)
多粘菌素	6(29)	4(44)	2(29)	—	12(32)

注：— 表示未做药敏试验。

表 4 VAP 发生危险因素单因素分析 [例(%)]

相关因素	非 VAP 组 (n=259)		VAP 组 (n=53)		χ^2 值	P 值
	例数	构成比 (%)	例数	构成比 (%)		
性别					1.834	0.363
男	153	59.1	29	54.7		
女	106	40.9	24	45.3		
白蛋白水平 (g/L)					6.683	0.032
<35	168	64.9	42	79.2		
≥ 35	91	35.1	11	20.8		
术前运用抗生素					8.352	0.024
有	214	82.6	28	52.8		
无	45	17.4	25	47.2		
机械通气时间 (d)					12.673	<0.001
<7	156	61.7	15	28.3		
≥ 7	103	38.3	38	71.7		
气管插管次数 (次)					14.523	<0.001
<3	205	79.2	21	39.6		
≥ 3	54	20.8	32	60.4		
镇痛时间 (d)					15.134	<0.001
<4	63	24.3	36	67.9		
≥ 4	196	75.7	17	22.1		
先心病类型					0.793	0.458
单纯型	102	39.4	19	35.8		
复杂型	157	60.6	34	64.2		
体外循环时间 (min)					11.252	<0.001
<100	185	71.4	22	41.5		
≥ 100	74	28.6	31	58.5		
主动脉阻断时间 (min)					7.683	0.027
<60	169	65.3	23	43.4		
≥ 60	90	34.7	30	56.6		
使用 H ₂ 受体抑制剂					7.973	0.025
有	104	40.2	35	66.0		
无	155	59.8	18	34.0		

2.5 VAP 危险因素 logistic 回归分析

以 VAP 为因变量, 上述 8 个差异具有统计学意义的相关危险因素为自变量, 通过多因素 logistic 回归分析, 结果显示白蛋白水平 <35 g/L、机械通气时间 ≥ 7 d、插管次数 ≥ 3 次、体外循环

时间 ≥ 100 min 及主动脉阻断时间 ≥ 60 min 为先心病患儿术后 VAP 发生的独立危险因素 ($P<0.05$), 而患儿有无术前抗生素使用情况、镇痛时间及是否使用 H_2 受体抑制剂不是 VAP 发生的独立危险因素, 见表 5。

表 5 PICU 患儿发生 VAP 危险因素的 logistic 回归分析

自变量	回归系数	标准误	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常数项	-3.756	1.852	8.692	0.002	0.021	-
白蛋白水平	0.532	0.192	6.834	0.008	1.892	1.103~2.883
机械通气时间	0.428	0.378	8.921	0.002	2.024	1.226~3.295
气管插管次数	0.722	0.215	6.532	0.012	1.698	1.035~2.352
体外循环时间	0.375	0.226	4.792	0.017	1.389	0.963~2.052
主动脉阻断时间	0.369	0.246	3.986	0.011	1.683	1.147~2.680

2.6 治疗与转归

先心病术后 VAP 组 PICU 住院时间 (16.8 ± 4.8 d) 显著长于非 VAP 组 (7.3 ± 2.4 d) ($t=8.46$, $P<0.05$)。53 例 VAP 患儿治愈 40 例, 好转 6 例, 死亡 7 例, 病死率为 13.2%。259 例非 VAP 患儿治愈 231 例, 好转 22 例, 死亡 6 例, 病死率为 2.3%。VAP 组病死率显著高于非 VAP 组, 差异有统计学意义 ($\chi^2=8.72$, $P=0.026$)。

3 讨论

先心病是常见的导致婴幼儿死亡的重要原因之一。近年来, 随着先心病诊疗水平的不断提升及机械通气的广泛应用, 早期手术治疗先心病成为了临床工作的必然趋势, 极大的提高了先心病患儿的存活机率^[6]。然而先心病患儿异常的血流动力学常影响其呼吸功能, 极易合并肺部感染; 加之营养不良及免疫力低下等自身不利因素, 以及气管插管、建立体外循环、使用广谱抗生素等, 使得先心病患儿术后 VAP 的发生显著升高^[7]。

目前, VAP 已成为机械通气过程中最常见的并发症之一, 同时也逐渐成为先心病术后患儿发生医院内感染的主要因素^[8]。由于先心病患儿一般状况、手术体外循环时间及机械通气时间等相关因素的不同, 患儿先心病术后 VAP 致病菌也存在显著差异^[9]。在本研究中, 主要致病菌为革兰阴性菌, 其中铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌及嗜麦芽寡养单胞菌比例较高。相关研究

显示, VAP 病原菌对抗生素的耐药性逐年升高, 其中对广谱青霉素及头孢类抗生素耐药率在 75% 以上^[10]。本研究中 VAP 耐药率最高的抗菌药物主要是阿莫西林、哌拉西林、头孢噻肟及头孢他啶。其中, 氨曲南、环丙沙星药物敏感性也明显降低, 其原因可能与近年来临床上的广泛运用, 导致耐药性升高有关。

本研究选取性别、白蛋白水平、术前抗生素应用、机械通气时间、插管次数、镇痛时间、先心病类型、体外循环时间、主动脉阻断时间及使用 H_2 受体抑制剂等作为先心病术后发生 VAP 的可能危险因素进行单因素分析, 结果提示 VAP 的发生与白蛋白水平、术前抗生素使用情况、机械通气时间、插管次数、镇痛时间、体外循环时间、主动脉阻断时间及使用 H_2 受体抑制剂具有明显的相关性。logistic 回归分析结果提示白蛋白水平、机械通气时间、插管次数、体外循环时间及主动脉阻断时间是先心病术后 VAP 的独立危险因素。有研究显示, 营养不良患儿, 白蛋白水平低下, 其机体免疫及防御能力功能不足, 常是导致 VAP 发生的重要危险因素之一^[11]。气管插管属于侵入性操作, 容易损伤咽喉部, 破坏气道的生理防御屏障, 使上呼吸道自然防御能力破坏, 失去滤过功能, 从而使寄植于口咽部的细菌通过气道进入肺内繁殖, 促进了 VAP 的发生。特别是机械通气时间越长, 插管次数越多, 越容易引起 VAP 的发生^[12]。先心病术后的患儿一般要常用吗啡等镇痛药及肌松药, 这也造成气道分泌物排出困难, 增

加了 VAP 发生的风险。有研究证实,体外循环及主动脉阻断时间越长,会延长术后机械通气时间,从而间接增加了 VAP 发生的风险^[13]。先心病术后常预防性的给予 H₂ 受体抑制剂防治应激性溃疡,但同时也使胃酸分泌减少,可造成胃内大量细菌定植,通过呼吸道引起 VAP 的发生率增加^[14]。因此,对于先心病 VAP 患儿需加强全身营养支持治疗,术前预防性给予抗生素,密切监测患儿感染指标,加强呼吸道管理,避免反复插管,尽早结束机械通气,恢复自主呼吸,同时手术过程应该尽量缩短体外循环及主动脉阻断时间,减少 VAP 的发生风险。

综上所述,先心病患儿术后 VAP 的发生受多种因素的影响,同时其致病菌主要以革兰阴性菌为主,耐药性普遍较高,临床上,应根据药敏试验结果合理选用抗生素,同时针对危险因素采用综合的防治措施,从而有效的降低先心病患儿术后 VAP 的发生率。

[参 考 文 献]

- [1] Su F, El-Komy MH, Hammer GB, et al. Population pharmacokinetics of etomidate in neonates and infants with congenital heart disease[J]. *Biopharm Drug Dispos*, 2015, 36(2): 104-114.
- [2] Willson DF. Outcomes and risk factors in pediatric ventilator-associated pneumonia: guilt by association[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2015, 16(3): 299-301.
- [3] Holloway AJ, Spaeder MC, Basu S, et al. Association of timing of tracheostomy on clinical outcomes in PICU patients[J].

- Pediatr Crit Care Med*, 2015, 16(3): e52-e58.
- [4] 管向东,刘紫锰. 2013《呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南》——目标性治疗的解读[J]. *中华医学杂志*, 2014, 94(5): 333-334.
- [5] Guillamet CV, Kollef MH. Update on ventilator-associated pneumonia[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2015, 21(5):430-438.
- [6] 马超,沈定荣,张青,等. 自体冷血停搏液对紫绀型先心病婴儿心脏的保护作用[J]. *中国当代儿科杂志*, 2013, 15(6): 453-457.
- [7] 杨轶男,董湘玉,常欲晓,等. 左向右分流型先天性心脏病患儿肺功能相关研究[J]. *临床儿科杂志*, 2012, 30(8): 724-726.
- [8] Matsuno AK, Carlotti AP. Role of soluble triggering receptor expressed on myeloid cells-1 for diagnosing ventilator-associated pneumonia after cardiac surgery: an observational study[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2013, 13: 107.
- [9] Tang CW, Liu PY, Huang YF, et al. Ventilator-associated pneumonia after pediatric cardiac surgery in southern Taiwan[J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2009, 42(5): 413-419.
- [10] 陈晓飒,张晨美,宁铂涛. PICU 呼吸机相关性肺炎深部痰液病原菌分布与耐药性分析[J]. *中国小儿急救医学*, 2014, 21(8): 504-507.
- [11] Seligman R, Seligman BG, Teixeira PJ. Comparing the accuracy of predictors of mortality in ventilator-associated pneumonia[J]. *J Bras Pneumol*, 2011, 37(4): 495-503.
- [12] Carron M, Rossi S, Carollo C, et al. Comparison of invasive and noninvasive positive pressure ventilation delivered by means of a helmet for weaning of patients from mechanical ventilation[J]. *J Crit Care*, 2014, 29(4): 580-585.
- [13] 张德双,陈超,周伟,等. 新生儿呼吸机相关性肺炎病原菌及危险因素分析[J]. *中国当代儿科杂志*, 2013, 15(1): 14-18.
- [14] Hashemzadeh K, Hashemzadeh S. Predictors and outcome of gastrointestinal complications after cardiac surgery[J]. *Minerva Chir*, 2012, 67(4): 327-335.

(本文编辑:万静)