

文章编号: 1001-8689(2018)05-0583-05

## 儿童心脏术后下呼吸道分离菌的分布及耐药性分析

程军<sup>1</sup> 耿洁<sup>1</sup> 李峰<sup>1</sup> 张思明<sup>1</sup> 高小晶<sup>1</sup> 张燕搏<sup>2</sup> 王飞燕<sup>1,\*</sup>

(1 阜外心血管病医院实验诊断中心, 北京 100037; 2 阜外心血管病医院第二住院部术后恢复室, 北京 100037)

**摘要: 目的** 回顾性分析心血管病医院儿童心脏术后下呼吸道分离菌的分布及其耐药特点, 为临床治疗提供用药参考。

**方法** 对2014年1月1日—2016年12月31日术后送检的痰标本进行培养, 对分离出的致病菌做鉴定及药敏实验。**结果** 共分离出762株致病菌, 革兰阴性菌占69.29%, 革兰阳性菌占21.65%, 真菌占7.87%, 排名前5位的细菌为铜绿假单胞菌(138株)、大肠埃希菌(95株)、肺炎克雷伯菌(95株)、金黄色葡萄球菌(66株)和肺炎链球菌(64株)。药敏结果显示非发酵菌对氨基糖苷类的耐药率为0.72%~8.57%但对碳青霉烯类 $\geq 40\%$ ; 肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类的耐药率为16.13%~24.21%, 远高于大肠埃希菌和阴沟肠杆菌的0~2.44%; 阴沟肠杆菌的整体耐药率低于大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌; 金黄色葡萄球菌中MRSA占29.23%, 其对青霉素的耐药率为98.41%, 对万古霉素、利奈唑胺、替加环素的耐药率为0; 肺炎链球菌对青霉素的耐药率为14.06%, 对万古霉素、利奈唑胺的耐药率为0。**结论** 儿童心脏术后下呼吸道分离菌以革兰阴性菌为主; 碳青霉烯类抗生素对非发酵菌的高耐药率值得高度重视; 肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗生素的耐药率有上升趋势。

**关键词:** 儿童心脏术; 下呼吸道; 耐药性

**中图分类号:** R978.1, R446.5 **文献标志码:** A

## Distribution and antimicrobial resistance of pathogens isolated from lower respiratory tract in children after cardiac surgery

Cheng Jun<sup>1</sup>, Geng Jie<sup>1</sup>, Li Feng<sup>1</sup>, Zhang Si-ming<sup>1</sup>, Gao Xiao-jing<sup>1</sup>, Zhang Yan-bo<sup>2</sup> and Wang Fei-yan<sup>1</sup>

(1 Clinical Laboratory Center of Fuwai Hospital, Beijing 100037; 2 ICU of Cardiac Surgery of Fuwai Hospital, Beijing 100037)

**Abstract Objective** To retrospectively analyze the distribution and drug-resistance of pathogens from lower respiratory tract after pediatric cardiac surgery in a cardiovascular hospital, which will provide reference for the clinical treatment. **Methods** The sputum specimens from Jan 1, 2014 to Dec 31, 2016 were cultured and the identification and antimicrobial susceptibility were performed. **Results** In the 762 isolated strains, the pathogens consisted of Gram-negative bacilli (69.29%), Gram-positive cocci (21.65%) and fungi (7.87%). The main bacteria were *Paeruginosa* (138 isolates), *E. coli* (95 isolates), *K. pneumoniae* (95 isolates), *S. aureus* (66 isolates), and *S. pneumonia* (64 isolates). The antimicrobial susceptibility test showed the resistance rates of nonfermenters to aminoglycosides were 0.72%~8.57%, while to carbapenems were larger than 40%. The resistance rates of *K. pneumoniae* to carbapenems were 16.13%~24.21%, which were much higher than *E. coli* and *E. cloacae* to carbapenems. The overall resistance rates of *E. cloacae* were lower than those of *E. coli* and *K. pneumonia*. MRSA accounts for 29.23% of *S. aureus*. The resistance rate of *S. aureus* to penicillin was 97.73%, to vancomycin and linezolid and tigecycline was 0. The resistance rate of *S. pneumoniae* to penicillin was 14.06%, to vancomycin and linezolid was 0. **Conclusion** Gram-negative bacilli was the main strains of lower respiratory tract isolated from

收稿日期: 2017-12-01

基金项目: 国家自然科学基金(No. 81400305)

作者简介: 程军, 男, 生于1982年, 在读硕士研究生, 主要从事细菌耐药性及流行病学研究, E-mail: jackcheng2001@163.com

\*通讯作者, E-mail: wang\_feiyanfw@sina.com



children aftercardiac surgery. Significant attention should be paid to the high resistance rates of carbapenems to nonfermenters. The resistance rate of *K. pneumoniae* to carbapenems has a rising trend.

**Key words** Pediatric cardiac surgery; Low respiratory tract; Drug-resistance

儿童由于体弱、免疫力差等原因较成人更容易发生上呼吸道感染甚至肺炎等疾病。气管插管、呼吸机相关肺炎(VAP)的机率,由此导致的并发症和致死率一直是术后恢复的一大难题<sup>[1-3]</sup>。近年来,广谱抗生素的广泛使用导致病原菌的耐药率明显上升,可选用的抗生素也越来越少,而儿童自身器官发育不完善导致的抗生素使用受限更是使抗生素的选择面越来越窄。研究小儿心脏术后下呼吸道分离菌株的分布及其耐药性,可以为临床治疗和预防感染提供有价值的信息。本文对我院2014—2016年儿童心脏术后下呼吸道分离的762株菌的分布及其耐药性进行分析,为小儿心脏术后合理选用抗生素提供可靠依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 标本来源

所有标本为2014年1月1日—2016年12月31日阜外心血管病医院小儿心脏术后恢复室送检的来自下呼吸道的痰标本。本研究患者均因先天性心脏病住院,平均年龄<3岁,术后均接受气管插管不能咳痰,标本均由一次性吸痰器采集下呼吸道深部痰液。实验室收到标本后进行涂片及革兰染色,上皮细胞<10个/低倍视野,白细胞>25个/低倍视野认定为合格标本,不合格标本拒收后要求病房重新送检标本。本研究期间共培养阳性标本883株,剔除同一患者相同部位的重复菌株121株,共有762株有效分离菌入组本研究。

### 1.2 质控菌株

标准菌株铜绿假单胞菌ATCC27853、大肠埃希菌ATCC25922、金黄色葡萄球菌ATCC29213、肺炎链球菌ATCC49619购自卫计委临床检验中心,VITEK MS™质谱仪质控菌株为大肠埃希菌ATCC8739,由法国Bio Mérieux公司提供。药敏结果根据美国临床实验室标准化研究所(CLSI)2016年判断标准(CLSI-2016-M100S)进行。

### 1.3 仪器和试剂

试验用的血平皿、麦康凯平皿、MH平皿、药敏纸片购自英国Oxoid公司,VITEK2 COMPACT全自动微生物分析系统及配套鉴定药敏卡、VITEK MS™质谱仪、ATB-FUNGUS3真菌药敏卡购自法国Bio-

Merieux公司,Heal Force CO<sub>2</sub>孵箱购自上海力申科学仪器有限公司,一次性接种环购自Copan公司。

### 1.4 细菌鉴定与药敏试验

应用VITEK MS™质谱仪对分离出的菌株进行鉴定,除了嗜麦芽寡养单胞菌的药敏试验使用纸片扩散法外,其他常见菌的药敏试验均使用VITEK2 COMPACT全自动微生物分析系统,对分离的真菌应用ATB-FUNGUS3真菌药敏卡进行药敏试验。

### 1.5 统计学分析

采用WHONET 5.6软件对所分离菌的分布及耐药情况进行分析。

## 2 结果

### 2.1 病原菌分布

762株分离菌的分布见表1。从表1可知,我院小儿心脏外科术后下呼吸道分离菌株以革兰阴性菌为主,占69.29%(528株),前6位为铜绿假单胞菌、大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、嗜麦芽寡养单胞菌、阴沟肠杆菌和鲍曼不动杆菌;革兰阳性菌占21.65%(165株),主要为金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌;真菌占7.87%(60株),以白假丝酵母菌、热带假丝酵母和近平滑假丝酵母为主。

### 2.2 常见非发酵菌对常用抗生素的耐药情况

表1 762株下呼吸道分离菌的分布

Tab. 1 The distribution of 762 isolates from low respiratory tract

| 病原菌      | 株数/n | 构成比/% | 病原菌       | 株数/n | 构成比/% |
|----------|------|-------|-----------|------|-------|
| 革兰阴性菌    | 528  | 69.29 | 革兰阳性菌     | 165  | 21.65 |
| 铜绿假单胞菌   | 138  | 18.11 | 金黄色葡萄球菌   | 66   | 8.66  |
| 大肠埃希菌    | 95   | 12.47 | 肺炎链球菌     | 64   | 8.40  |
| 肺炎克雷伯菌   | 95   | 12.47 | 凝固酶阴性葡萄球菌 | 23   | 3.02  |
| 嗜麦芽寡养单胞菌 | 52   | 6.82  | 粪肠球菌      | 9    | 1.18  |
| 阴沟肠杆菌    | 42   | 5.51  | 尿肠球菌      | 3    | 0.39  |
| 鲍曼不动杆菌   | 36   | 4.72  | 真菌        | 60   | 7.87  |
| 洋葱伯克霍尔德菌 | 34   | 4.46  | 白假丝酵母     | 44   | 5.77  |
| 黏质沙雷菌    | 13   | 1.71  | 热带假丝酵母    | 9    | 1.18  |
| 少动鞘氨醇单胞菌 | 12   | 1.57  | 近平滑念珠菌    | 7    | 0.92  |
| 木糖氧化无色杆菌 | 7    | 0.92  | 其他菌*      | 9    | 1.18  |
| 产吡啶金杆菌   | 4    | 0.52  | 合计        | 762  | 100   |

注:“其他菌\*”代指少于2株的各类菌群的总体,包括弗氏柠檬酸菌2株、脑膜败血伊丽莎白菌2株、睾丸酮丛毛单胞菌2株、光滑假丝酵母菌1株、季也蒙假丝酵母菌1株、葡萄牙假丝酵母菌1株



从表2可以看出，铜绿假单胞菌对阿米卡星、妥布霉素、庆大霉素、环丙沙星、左氧氟沙星的耐药率为0.72%~2.9%；对哌拉西林、哌拉西林/三唑巴坦、头孢他啶、头孢吡肟的耐药率为14.60%~16.79%；对比阿培南、亚胺培南的耐药率>44%。鲍曼不动杆菌对阿米卡星、庆大霉素、妥布霉素、左氧氟沙星的耐药率为2.86%~8.57%，对其他常用抗生素的耐药率达36.67%~100%。嗜麦芽寡养单胞菌对左氧氟沙星、复方磺胺甲噁唑、米诺环素的耐药率为3.85%~5.77%。

2.3 常见肠杆菌科细菌对常用抗生素的耐药情况

从表3可知，肺炎克雷伯菌和大肠埃希菌的耐药谱较接近，其对哌拉西林/三唑巴坦、比亚培南、亚胺培南、美罗培南、阿米卡星、妥布霉素的耐药率≤26.32%；对头孢他啶、头孢吡肟、氨曲南、庆大霉素、环丙沙星、左氧氟沙星的耐药率为30.53%~50.53%；对氨苄西林、哌拉西林、氨苄西林/舒巴坦、头孢唑林、头孢呋辛、头孢曲松的耐药率达75.58%~95.79%。阴沟肠杆菌对常见抗生素的整体耐药率明显低于肺炎克雷伯菌和大肠埃希菌，耐药率均≤42.86%。

2.4 主要革兰阳性菌对常见抗生素的耐药情况

从表4可知，耐苯唑西林金黄色葡萄球菌(MRSA)占29.23%，对青霉素的耐药率达98.41%；对万古霉素、利奈唑胺、莫西沙星、替加环素的耐药率为0；对其他常用抗生素的耐药率为1.52%~68.25%。肺炎链球菌对青霉素的耐药率为14.06%；对复方磺胺甲噁唑、红霉素、四环素的耐药率达95.31%~100%；对万古霉素、利奈唑胺、莫西沙星、左氧氟沙星的耐药率为0。

3 讨论

儿童自身免疫力低下，呼吸道气道短等不利因素易使上呼吸道定植的条件致病菌下移，引起下呼吸道的感染，同时气管插管、呼吸机等侵入性设备的使用也是呼吸道感染的重要危险因素<sup>[4-5]</sup>。从我院数据可知，下呼吸道分离的菌株仍以革兰阴性菌为主，占69.29%，排名前5位的病原菌为铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌、嗜麦芽寡养单胞菌、阴沟肠杆菌，这与王飞燕等<sup>[6]</sup>2011年报道的小儿心脏术后下呼吸道感染病原菌有所不同，特别需要引起关注的是嗜麦芽寡养单胞菌占比已由之前的3.7%上升为6.82%，这可能与我院为心血管病专科医院，儿童心脏手术复杂，术后感染风险大，儿童器官发育不全也导致用药受限，医生术后抗感染治

表2 主要非发酵菌对常见抗菌药物的药敏结果  
Tab. 2 The antimicrobial susceptibility of major nonfermenters to common antibiotics

| 抗菌药物      | 铜绿假单胞菌 |      |       | 鲍曼不动杆菌 |      |        | 嗜麦芽寡养单胞菌 |      |       |
|-----------|--------|------|-------|--------|------|--------|----------|------|-------|
|           | 检测株数   | 耐药株数 | 耐药率/% | 检测株数   | 耐药株数 | 耐药率/%  | 检测株数     | 耐药株数 | 耐药率/% |
| 氨苄西林      | /      | /    | /     | /      | /    | /      | -        | -    | -     |
| 哌拉西林      | 137    | 23   | 16.79 | 29     | 13   | 44.83  | -        | -    | -     |
| 氨苄西林/舒巴坦  | /      | /    | /     | 35     | 16   | 45.71  | -        | -    | -     |
| 哌拉西林/三唑巴坦 | 137    | 20   | 14.60 | 30     | 11   | 36.67  | -        | -    | -     |
| 头孢唑林      | /      | /    | /     | 35     | 35   | 100.00 | -        | -    | -     |
| 头孢呋辛      | /      | /    | /     | 34     | 27   | 79.41  | -        | -    | -     |
| 头孢曲松      | /      | /    | /     | 33     | 16   | 48.48  | -        | -    | -     |
| 头孢他啶      | 137    | 23   | 16.79 | 35     | 16   | 45.71  | -        | -    | -     |
| 头孢吡肟      | 137    | 21   | 15.33 | 35     | 16   | 45.71  | -        | -    | -     |
| 比阿培南      | 131    | 61   | 46.56 | 35     | 15   | 42.86  | -        | -    | -     |
| 亚胺培南      | 138    | 62   | 44.93 | 35     | 14   | 40.00  | -        | -    | -     |
| 阿米卡星      | 138    | 2    | 1.45  | 35     | 1    | 2.86   | -        | -    | -     |
| 庆大霉素      | 138    | 1    | 0.72  | 35     | 3    | 8.57   | -        | -    | -     |
| 妥布霉素      | 138    | 2    | 1.45  | 35     | 1    | 2.86   | -        | -    | -     |
| 环丙沙星      | 138    | 4    | 2.90  | 35     | 14   | 40.00  | -        | -    | -     |
| 左氧氟沙星     | 138    | 2    | 1.45  | 35     | 3    | 8.57   | 52       | 3    | 5.77  |
| 复方磺胺甲噁唑   | /      | /    | /     | -      | -    | -      | 51       | 2    | 3.92  |
| 米诺环素      | -      | -    | -     | -      | -    | -      | 52       | 2    | 3.85  |

注：“-”代表未检测；“/”代表天然耐药



表3 主要肠杆菌科细菌对抗菌药物的药敏结果

Tab. 3 The antimicrobial susceptibility of major Enterobacteriaceae to common antibiotics

| 抗菌药物      | 肺炎克雷伯菌 |      |       | 大肠埃希菌 |      |       | 阴沟肠杆菌 |      |       |
|-----------|--------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|
|           | 检测株数   | 耐药株数 | 耐药率/% | 检测株数  | 耐药株数 | 耐药率/% | 检测株数  | 耐药株数 | 耐药率/% |
| 氨苄西林      | -      | -    | -     | 95    | 91   | 95.79 | -     | -    | -     |
| 哌拉西林      | 93     | 70   | 75.27 | 94    | 82   | 87.23 | 42    | 11   | 26.19 |
| 氨苄西林/舒巴坦  | 95     | 69   | 72.63 | 95    | 69   | 72.63 | -     | -    | -     |
| 哌拉西林/三唑巴坦 | 95     | 22   | 23.16 | 95    | 4    | 4.21  | 42    | 1    | 2.38  |
| 头孢唑林      | 94     | 75   | 79.79 | 95    | 88   | 92.63 | -     | -    | -     |
| 头孢呋辛      | 93     | 71   | 76.34 | 94    | 87   | 92.55 | -     | -    | -     |
| 头孢曲松      | 86     | 65   | 75.58 | 79    | 74   | 93.67 | 35    | 15   | 42.86 |
| 头孢他啶      | 94     | 37   | 39.36 | 95    | 32   | 33.68 | 42    | 13   | 30.95 |
| 头孢吡肟      | 94     | 31   | 32.98 | 95    | 29   | 30.53 | 42    | 3    | 7.14  |
| 氨基糖苷      | 95     | 48   | 50.53 | 95    | 45   | 47.37 | 42    | 12   | 28.57 |
| 比阿培南      | 93     | 15   | 16.13 | 91    | 1    | 1.10  | 41    | 1    | 2.44  |
| 亚胺培南      | 95     | 23   | 24.21 | 95    | 1    | 1.05  | 42    | 1    | 2.38  |
| 美罗培南      | 93     | 20   | 21.51 | 94    | 1    | 1.06  | 42    | 0    | 0.00  |
| 阿米卡星      | 95     | 13   | 13.68 | 95    | 1    | 1.05  | 42    | 0    | 0.00  |
| 庆大霉素      | 95     | 45   | 47.37 | 95    | 43   | 45.26 | 42    | 4    | 9.52  |
| 妥布霉素      | 95     | 25   | 26.32 | 95    | 14   | 14.74 | 42    | 3    | 7.14  |
| 环丙沙星      | 95     | 30   | 31.58 | 95    | 31   | 32.63 | 42    | 0    | 0.00  |
| 左氧氟沙星     | 95     | 29   | 30.53 | 95    | 31   | 32.63 | 42    | 0    | 0.00  |

注：“-”代表天然耐药

表4 主要革兰阳性菌对抗菌药物的药敏结果

Tab. 4 The antimicrobial susceptibility of major Gram-positive cocci to common antibiotics

| 抗生素名称   | 金黄色葡萄球菌 |      |       | 肺炎链球菌 |      |        |
|---------|---------|------|-------|-------|------|--------|
|         | 检测株数    | 耐药株数 | 耐药率/% | 检测株数  | 耐药株数 | 耐药率/%  |
| 青霉素G    | 63      | 62   | 98.41 | 64    | 9    | 14.06  |
| 头孢曲松    | -       | -    | -     | 63    | 6    | 9.52   |
| 美罗培南    | -       | -    | -     | 64    | 20   | 31.25  |
| 氯霉素     | -       | -    | -     | 64    | 4    | 6.25   |
| 复方磺胺甲噁唑 | 66      | 17   | 25.76 | 64    | 64   | 100.00 |
| 红霉素     | 63      | 43   | 68.25 | 63    | 63   | 100.00 |
| 四环素     | 64      | 10   | 15.63 | 64    | 61   | 95.31  |
| 利奈唑胺    | 66      | 0    | 0.00  | 64    | 0    | 0.00   |
| 万古霉素    | 64      | 0    | 0.00  | 64    | 0    | 0.00   |
| 左氧氟沙星   | 63      | 2    | 3.17  | 64    | 0    | 0.00   |
| 莫西沙星    | 66      | 0    | 0.00  | 64    | 0    | 0.00   |
| 环丙沙星    | 63      | 2    | 3.17  | -     | -    | -      |
| 利福平     | 66      | 1    | 1.52  | -     | -    | -      |
| 替加环素    | 66      | 0    | 0.00  | -     | -    | -      |
| 庆大霉素    | 63      | 7    | 11.11 | -     | -    | -      |
| 苯唑西林    | 65      | 19   | 29.23 | -     | -    | -      |

注：“-”：未检测

疗过于依赖碳青霉烯类抗生素有关。众所周知，嗜麦芽寡养单胞菌对碳青霉烯类抗生素天然耐药，长期大量使用碳青霉烯类抗生素是嗜麦芽寡养单胞菌

感染的重要易感因素<sup>[7]</sup>。铜绿假单胞菌位居我院小儿心脏术后下呼吸道分离菌的首位，与2014—2016年CHINET统计数据中铜绿假单胞菌的排名更靠前<sup>[8-10]</sup>，这可能与我院儿童心脏术后气管插管、呼吸机的普遍使用有关，众多报道显示铜绿假单胞菌所致的VAP的发生率高居榜首<sup>[11]</sup>。

我院数据显示，铜绿假单胞菌对氨基糖苷类及喹诺酮类抗生素的耐药率低至0.72%~2.9%，对哌拉西林、哌拉西林/三唑巴坦、头孢他啶、头孢吡肟的耐药率也仅为14.60%~16.79%，但是对碳青霉烯类抗生素的耐药率已经>44%。因此，经验性地使用碳青霉烯类治疗铜绿假单胞菌所致感染已非良策，哌拉西林、哌拉西林/三唑巴坦、头孢他啶、头孢吡肟或许可以提供更多治疗选择。氨基糖苷类对铜绿假单胞菌的耐药率很低，在遇到多重耐药和泛耐药等危急情况下使用必须慎重考虑其对儿童的耳肾毒性，严格控制使用时间和剂量。大量数据显示，在抗铜绿假单胞菌感染方面， $\beta$ -内酰胺类、氨基糖苷类联合使用疗效明显优于单药治疗<sup>[12-13]</sup>。喹诺酮类抗生素对铜绿假单胞菌的耐药率也很低，因其影响儿童软骨发育，已明文禁止用于小于18岁的人群。我院鲍曼不动杆菌的分离率和耐药率虽低于近3年CHINET的统计数据，但是其对碳青霉烯的耐药率已经



≥40%，不断上升的耐药率为临床治疗带来了极大的挑战。嗜麦芽寡养单胞菌感染比例虽然近年来有很大提升，但是其对米诺环素，复方磺胺甲噁唑、左氧氟沙星均呈现很好的敏感性，控制碳青霉烯类抗生素的滥用或可减少其感染发生率。肠杆菌科细菌中，阴沟肠杆菌对常见抗生素的整体耐药率明显低于肺炎克雷伯菌和大肠埃希菌，后二者对比亚培南、亚胺培南、美罗培南、哌拉西林/三唑巴坦、阿米卡星、妥布霉素的耐药率<30%。需要指出的是，我院肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗生素的耐药率已达16.13%~24.21%，高于2014—2016年CHINET的统计数据，这可能与我院小儿心脏术后对碳青霉烯类抗生素使用频率较高有关。CHINET的数据显示肺炎克雷伯菌对美罗培南的耐药率近几年也小幅上升，已从2014年的13.4%上升到2016年的18.8%。因此，肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗生素耐药性的上升趋势应引起足够关注。革兰阳性菌中金黄色葡萄球菌的分离率最高，其中MRSA占29.23%，其对青霉素的耐药率接近100.00%，对万古霉素、利奈唑胺、莫西沙星、替加环素的耐药率为0，这与张真<sup>[14]</sup>等报道的结果相似。我院小儿患者肺炎链球菌对青霉素的耐药率为14.06%，略高于2014年CHINET报道的9.6%，这可能与我院儿童在心脏术前多使用青霉素类或一代、第二代头孢菌素类抗生素做预防治疗，因此术后对青霉素敏感的肺炎链球菌株被抑制清除，分离的多为耐青霉素的肺炎链球菌有关。同时，CHINET的统计数据是包含社区感染和医院感染的整体数据，而我院的统计数据是单纯医院感染的数据，周所周知，社区感染致病菌的耐药性是普遍低于医院感染。

总之，儿童自身存在较多用药限制，加之心脏手术复杂、风险高，随着细菌耐药率的普遍上升，能用于儿童术后抗感染的药物越来越少。在这种严峻的形势下，微生物室、医院感控处、临床一线紧密合作，根据致病菌的种类和药敏结果合理使用抗生素，对病原菌实施“精准”打击显得极为重要。

## 参考文献

- [1] Amanati A, Karimi A, Fahimzad A, *et al.* Incidence of ventilator-associated pneumonia in critically ill children undergoing mechanical ventilation in pediatric Intensive Care Unit[J]. *Children*, 2017, 4(7): E56.
- [2] Gauvin F, Dassa C, Chaïbou M, *et al.* Ventilator-associated pneumonia in intubated children: Comparison of different diagnostic methods[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2003, 7(S2): 437-443.
- [3] Raymond J, Aujard Y. Nosocomial infections in pediatric patients: A European multicenter prospective study[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2000, 21(4): 260-263.
- [4] Kusahara D M, EnzCda C, Avelar A F, *et al.* Risk factors for ventilator-associated pneumonia in infants and children: A cross-sectional cohort study[J]. *Am J Crit Care*, 2014, 23(6): 469-476.
- [5] Patria M F, Chidini G, Ughi L, *et al.* Ventilator-associated pneumonia in an Italian pediatric intensive care unit: A prospective study[J]. *World J Pediatr*, 2013, 9(4): 365-368.
- [6] 王飞燕, 程军. 小儿心脏术后下呼吸道感染常见病原菌分布及耐药性分析[J]. 中国抗生素杂志, 2011, 36(6): 456-459.
- [7] 周华, 李光辉, 卓超, 等. 中国嗜麦芽寡养单胞菌感染诊治和防控专家共识[J]. 中国医学杂志, 2013, 93(16): 1203-1213.
- [8] 胡付品, 朱德妹, 汪复, 等. 2014年中国CHINET细菌耐药性监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2015, 15(5): 401-410.
- [9] 胡付品, 朱德妹, 汪复, 等. 2015年中国CHINET细菌耐药性监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2016, 16(6): 685-694.
- [10] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2016年中国CHINET细菌耐药性监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2017, 17(5): 481-491.
- [11] 王昌明, 王晨, 何宗广. 铜绿假单胞菌致呼吸机相关性肺炎的临床分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2011, 21(2): 376-378.
- [12] 毕嘉琦, 周俊立, 陈小凤, 等. 肺部感染铜绿假单胞菌耐药性与抗菌药物治疗效果研究[J]. 中国感染控制杂志, 2013, 12(2): 92-96.
- [13] Garcinuño P, Santibañez M, Gimeno L, *et al.* Empirical monotherapy with meropenem or combination therapy: The microbiological point of view[J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2016, 35(11): 1851-1855.
- [14] 张真, 田磊, 陈中举, 等. 2013—2015年某院患者下呼吸道感染病原菌分布及耐药性[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(6): 516-520.