

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20245433

· 论 著 ·

## 湖南省细菌耐药监测网 2012—2021 年血标本分离细菌耐药性监测报告

袁红霞<sup>1</sup>, 蒋 静<sup>1</sup>, 陈丽华<sup>2</sup>, 付陈超<sup>3,4</sup>, 李 晨<sup>5</sup>, 李艳明<sup>6</sup>, 宁兴旺<sup>7</sup>, 刘 君<sup>8</sup>, 石国民<sup>9</sup>, 唐曼娟<sup>8</sup>, 郭靖敏<sup>10</sup>, 杨怀德<sup>11</sup>, 郑 铭<sup>3,4</sup>, 周杰英<sup>1</sup>, 任 南<sup>3,4,12,13</sup>, 吴安华<sup>3,4,12,13</sup>, 黄 勋<sup>3,4,12,13</sup>

[1. 郴州市第一人民医院检验医学中心, 湖南 郴州 423000; 2. 中南大学湘雅三医院检验科, 湖南 长沙 410013; 3. 中南大学湘雅医院医院感染控制中心, 湖南 长沙 410008; 4. 湖南省细菌耐药监测网办公室, 湖南 长沙 410008; 5. 浏阳市中医医院检验科, 湖南 浏阳 410300; 6. 中南大学湘雅医院检验科, 湖南 长沙 410008; 7. 湖南中医药大学第一附属医院医学检验与病理中心, 湖南 长沙 410011; 8. 湘潭市中心医院检验科, 湖南 湘潭 411100; 9. 长沙市中心医院检验科, 湖南 长沙 410004; 10. 长沙市第一医院检验科, 湖南 长沙 410005; 11. 张家界市人民医院检验科, 湖南 张家界 427000; 12. 湖南省医院感染管理质量控制中心, 湖南 长沙 410008; 13. 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院), 湖南 长沙 410008]

[摘 要] 目的 了解湖南省血标本分离细菌的分布及耐药性变迁, 为临床血流感染初始经验诊治提供依据。

方法 收集湖南省细菌耐药监测网 2012—2021 年各成员单位上报数据, 细菌耐药监测方法参照全国细菌耐药监测网(CARSS)技术方案执行, 应用 WHONET 5.6 软件和 SPSS 27.0 软件对血标本分离细菌及药敏试验结果进行分析。

结果 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网成员单位血标本共分离细菌 207 054 株, 其中革兰阳性菌 107 135 株(51.7%)、革兰阴性菌 99 919 株(48.3%); 2012—2021 年居前 6 位的病原菌无变化, 居首位的为大肠埃希菌(51 537 株, 24.9%), 其次分别为表皮葡萄球菌(29 115 株, 14.1%)、金黄色葡萄球菌(17 402 株, 8.4%)、肺炎克雷伯菌(17 325 株, 8.4%)、铜绿假单胞菌(4 010 株, 1.9%)和鲍曼不动杆菌(3 598 株, 1.7%)。耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)的检出率由 2015 年的 30.3% 下降至 2021 年的 20.7%, 耐甲氧西林凝固酶阴性葡萄球菌(MRCNS)的检出率呈逐年上升趋势(57.9%~66.8%)。未发现对万古霉素、利奈唑胺和替考拉宁耐药的葡萄球菌。革兰阴性菌中, 大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌构成比分别为 43.9%~53.9%、14.2%~19.5%, 呈上升趋势(均  $P < 0.001$ ); 铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌的构成比分别为 3.6%~5.1%、3.0%~4.5%, 呈逐年下降趋势(均  $P < 0.001$ )。2012—2021 年大肠埃希菌对亚胺培南、厄他培南的耐药率分别为 1.0%~2.0%、0.6%~1.1%, 呈下降趋势(均  $P < 0.001$ )。肺炎克雷伯菌对美罗培南、厄他培南的耐药率分别为 7.4%~13.7%、4.8%~6.4%, 呈下降趋势(均  $P < 0.001$ )。铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌对碳青霉烯类抗生素的耐药率分别为 7.1%~15.6%、34.7%~45.7%, 对碳青霉烯类抗生素的耐药性趋势相对稳定, 但与 2012—2016 年相比均有下降。2012—2021 年大肠埃希菌对第三代头孢菌素的耐药率为 41.0%~65.4%, 呈逐年下降趋势。结论 湖南省血标本革兰阴性杆菌构成比逐年增高, 耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌的检出率近 5 年相对稳定, 凝固酶阴性葡萄球菌检出率呈下降趋势。

[关 键 词] 血培养; 临床分离菌; 病原菌; 血流感染; 耐药性; 湖南省细菌耐药监测网

[中图分类号] R181.3<sup>+</sup>2

## Antimicrobial resistance of bacteria from blood specimens: surveillance report from Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012—2021

YUAN Hong-xia<sup>1</sup>, JIANG Jing<sup>1</sup>, CHEN Li-hua<sup>2</sup>, FU Chen-chao<sup>3,4</sup>, LI Chen<sup>5</sup>, LI Yan-ming<sup>6</sup>, NING Xing-wang<sup>7</sup>, LIU Jun<sup>8</sup>, SHI Guo-min<sup>9</sup>, TANG Man-juan<sup>8</sup>, WU Jing-min<sup>10</sup>, YANG Huai-de<sup>11</sup>, ZHENG Ming<sup>3,4</sup>, ZHOU Jie-ying<sup>1</sup>, REN Nan<sup>3,4,12,13</sup>, WU An-hua<sup>3,4,12,13</sup>, HUANG Xun<sup>3,4,12,13</sup> (1. Center for Laboratory Medicine, The First People's Hospital of

[收稿日期] 2024-05-15

[基金项目] 湖南省自然区域联合基金项目(2023jj50384、2023jj50387)

[作者简介] 袁红霞(1972-), 女(汉族), 湖南省娄底市人, 主任技师, 主要从事细菌耐药性监测及其机制研究。

[通信作者] 黄勋 E-mail: huangxun@mail.csu.edu.cn

Chenzhou, Chenzhou 423000, China; 2. Department of Laboratory Medicine, The Third Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410013, China; 3. Center for Healthcare-associated Infection Control, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 4. Hunan Provincial Bacterial Antimicrobial Resistance Surveillance System Office, Changsha 410008, China; 5. Department of Laboratory Medicine, Liuyang Traditional Chinese Medicine Hospital, Liuyang 410300, China; 6. Department of Laboratory Medicine, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 7. Medical Laboratory and Pathology Center, The First Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410011, China; 8. Department of Laboratory Medicine, Xiangtan Central Hospital, Xiangtan 411100, China; 9. Department of Laboratory Medicine, Changsha Central Hospital, Changsha 410004, China; 10. Department of Laboratory Medicine, The First Hospital of Changsha, Changsha 410005, China; 11. Department of Laboratory Medicine, Zhangjiajie People's Hospital, Zhangjiajie 427000, China; 12. Hunan Provincial Healthcare-associated Infection Management Quality Control Center, Changsha 410008, China; 13. National Clinical Research Center for Geriatric Disorders [Xiangya Hospital], Changsha 410008, China)

**[Abstract] Objective** To understand the change in distribution and antimicrobial resistance of bacteria isolated from blood specimens of Hunan Province, and provide for the initial diagnosis and treatment of clinical bloodstream infection (BSI). **Methods** Data reported from member units of Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System from 2012 to 2021 were collected. Bacterial antimicrobial resistance surveillance method was implemented according to the technical scheme of China Antimicrobial Resistance Surveillance System (CARSS). Bacteria from blood specimens and bacterial antimicrobial susceptibility testing results were analyzed by WHONET 5.6 software and SPSS 27.0 software. **Results** A total of 207 054 bacterial strains were isolated from blood specimens from member units in Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System from 2012 to 2021, including 107 135 (51.7%) Gram-positive bacteria and 99 919 (48.3%) Gram-negative bacteria. There was no change in the top 6 pathogenic bacteria from 2012 to 2021, with *Escherichia coli* ( $n = 51\ 537$ , 24.9%) ranking first, followed by *Staphylococcus epidermidis* ( $n = 29\ 115$ , 14.1%), *Staphylococcus aureus* ( $n = 17\ 402$ , 8.4%), *Klebsiella pneumoniae* ( $n = 17\ 325$ , 8.4%), *Pseudomonas aeruginosa* ( $n = 4\ 010$ , 1.9%) and *Acinetobacter baumannii* ( $n = 3\ 598$ , 1.7%). The detection rate of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) decreased from 30.3% in 2015 to 20.7% in 2021, while the detection rate of methicillin-resistant coagulase-negative *Staphylococcus* (MRCNS) showed an upward trend year by year (57.9% – 66.8%). No *Staphylococcus* was found to be resistant to vancomycin, linezolid, and teicoplanin. Among Gram-negative bacteria, constituent ratios of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* were 43.9% – 53.9% and 14.2% – 19.5%, respectively, both showing an upward trend (both  $P < 0.001$ ). Constituent ratios of *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* were 3.6% – 5.1% and 3.0% – 4.5%, respectively, both showing a downward trend year by year (both  $P < 0.001$ ). From 2012 to 2021, resistance rates of *Escherichia coli* to imipenem and ertapenem were 1.0% – 2.0% and 0.6% – 1.1%, respectively; presenting a downward trend ( $P < 0.001$ ). The resistant rates of *Klebsiella pneumoniae* to meropenem and ertapenem were 7.4% – 13.7% and 4.8% – 6.4%, respectively, presenting a downward trend (both  $P < 0.001$ ). The resistance rates of *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* to carbapenem antibiotics were 7.1% – 15.6% and 34.7% – 45.7%, respectively. The trend of resistance to carbapenem antibiotics was relatively stable, but has decreased compared with 2012 – 2016. The resistance rates of *Escherichia coli* to the third-generation cephalosporins from 2012 to 2021 were 41.0% – 65.4%, showing a downward trend year by year. **Conclusion** The constituent ratio of Gram-negative bacillus from blood specimens in Hunan Province has been increasing year by year, while the detection rate of carbapenem-resistant Gram-negative bacillus remained relatively stable in the past 5 years, and the detection rate of coagulase-negative *Staphylococcus* has shown a downward trend.

**[Key words]** blood culture; clinically isolated bacteria; pathogenic bacteria; bloodstream infection; antimicrobial resistance; Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System

血流感染 (bloodstream infection, BSI) 是指由细菌、真菌等病原微生物入侵血液所致的全身性炎症反应综合征,严重的可致患者死亡。血培养是血流感染诊断的金标准,病原菌的早期发现及其耐药性监测对于 BSI 治疗具有重要的临床意义<sup>[1]</sup>。湖南省细菌耐药监测网成立于 2011 年,依托于湖南省医院感染管理质量控制中心建立<sup>[2]</sup>,覆盖了湖南省所有区县,是该省规模最大的细菌耐药监测网<sup>[3]</sup>。为掌握该省 BSI 细菌耐药的总体形势和变迁情况,指导临床治疗 BSI 合理用药,进而为制定和评价抗菌药物临床应用管理政策提供科学依据,现将 2012—2021 年 BSI 病原体的监测结果汇总报告如下。

## 1 资料与方法

1.1 数据来源 全部监测数据来自 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网成员单位。各监测网点医院将细菌监测数据从医院信息系统、药敏测定系统直接导入或手工录入 WHONET 软件,通过湖南省细菌耐药监测网上报,要求报告细菌药敏的最低抑菌浓度 (MIC) 值或抑菌圈直径。经数据审核,剔除质量不合格单位。

1.2 技术方案 细菌鉴定方法、质控菌株选择及测试抗菌药物种类参照全国细菌耐药监测网 (CARSS) 技术方案执行<sup>[4]</sup>。药敏试验结果按照美国临床实验室标准化协会 (Clinical & Laboratory

Standards Institute, CLSI) 推荐的抗微生物药物敏感性试验执行标准 2022 年版 (M100 第 32 版) 进行判断<sup>[5]</sup>,结果分为敏感 (S)、中介/剂量依赖型敏感 (I/SDD)、耐药 (R) 三种情况,文中 I/SDD 未列出。其中头孢哌酮/舒巴坦尚无药敏解释折点,参照头孢哌酮折点判断。替加环素采用美国食品药品监督管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 推荐的折点<sup>[6]</sup>。多黏菌素 B 参考欧盟药敏试验标准委员会 (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, EUCAST) 推荐的折点<sup>[7]</sup>。

1.3 统计分析 依据每例患者相同标本统计第一株菌的原则,剔除重复菌株。应用 WHONET 5.6 软件对药敏试验结果进行统计分析。计数资料采用株数及构成比表示,应用 SPSS 对数据进行趋势卡方检验,以  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 细菌数量、种类及来源

2.1.1 菌株数量 2012—2021 年,湖南省细菌耐药监测网血标本纳入分析的临床分离细菌由 7 002 株增加至 28 224 株;除 2020 年外,菌株数量呈现逐年上升趋势。2012—2021 年血标本共分离细菌 207 054 株,其中革兰阳性菌 107 135 株 (占 51.7%),革兰阴性菌 99 919 株 (占 48.3%)。见图 1。

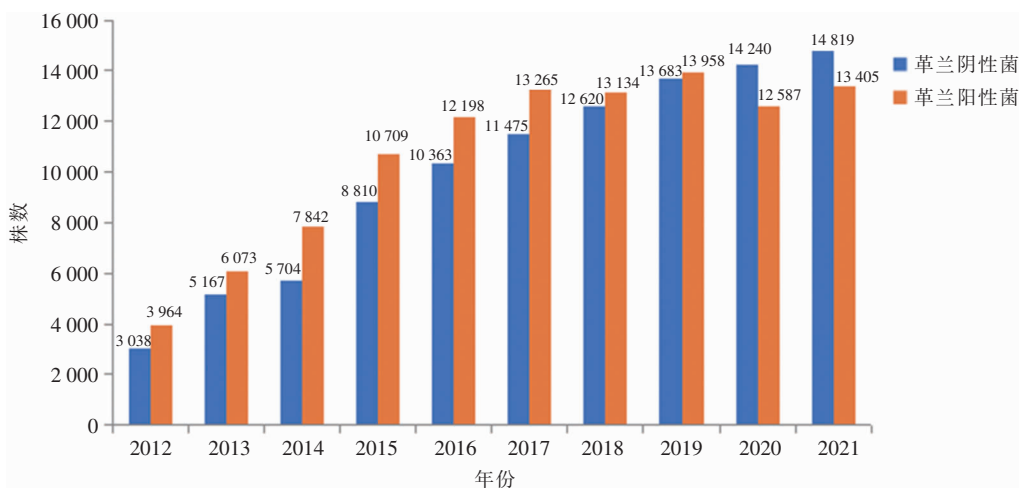


图 1 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离的病原菌构成情况

Figure 1 Constituent of pathogens isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

2.1.2 菌株构成 2012—2021 年检出细菌居前 6 位的无变化,大肠埃希菌 (51 537 株,24.9%) 居首

位,其次分别为表皮葡萄球菌 (29 115 株,14.1%),金黄色葡萄球菌 (17 402 株,8.4%)、肺炎克雷伯菌

(17 325 株, 8.4%)、铜绿假单胞菌(4 010 株, 1.9%)和鲍曼不动杆菌(3 598 株, 1.7%)。血标本分离的革兰阳性菌构成为 47.2%~56.1%, 呈下降趋势, 居前 5 位的是表皮葡萄球菌(22.7%~31.3%)、金黄色葡萄球菌(14.0%~19.6%)、屎肠球菌(2.2%~3.7%)、粪肠球菌(2.5%~3.2%)和肺炎链球菌(1.6%~3.3%);凝固酶阴性葡萄球菌检出构成比呈下降趋势( $P < 0.001$ );其余 4 种阳性菌构

成比均呈上升趋势(均  $P < 0.05$ )。革兰阴性菌构成为 43.9%~52.8%, 居前 5 位的是大肠埃希菌(43.9%~53.9%)、肺炎克雷伯菌(14.2%~19.5%)、铜绿假单胞菌(3.6%~5.1%)、鲍曼不动杆菌(3.0%~4.5%)、阴沟肠杆菌(3.2%~3.9%);大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌构成比呈上升趋势(均  $P < 0.001$ ),铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌构成比呈逐年下降趋势(均  $P < 0.001$ )。见表 1。

表 1 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离的主要细菌构成情况

Table 1 Constituent of major bacteria isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 细菌           | 2012—2013 年<br>(n = 18 242) |             | 2014—2015 年<br>(n = 33 065) |             | 2016—2017 年<br>(n = 47 301) |             | 2018—2019 年<br>(n = 53 395) |             | 2020—2021 年<br>(n = 55 051) |             | r             | P                |
|--------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|------------------|
|              | 株数                          | 构成比 (%)     | 株数                          | 构成比 (%)     | 株数                          | 构成比 (%)     | 株数                          | 构成比 (%)     | 株数                          | 构成比 (%)     |               |                  |
| <b>革兰阳性菌</b> | <b>10 037</b>               | <b>55.0</b> | <b>18 551</b>               | <b>56.1</b> | <b>25 463</b>               | <b>53.8</b> | <b>27 092</b>               | <b>50.7</b> | <b>25 992</b>               | <b>47.2</b> | <b>-0.028</b> | <b>&lt;0.001</b> |
| 表皮葡萄球菌       | 3 059                       | 30.5        | 5 815                       | 31.3        | 7 393                       | 29.0        | 6 935                       | 25.6        | 5 913                       | 22.7        | -0.099        | <0.001           |
| 金黄色葡萄球菌      | 1 553                       | 15.5        | 2 590                       | 14.0        | 3 715                       | 14.6        | 4 449                       | 16.4        | 5 095                       | 19.6        | 0.037         | <0.001           |
| 屎肠球菌         | 220                         | 2.2         | 565                         | 3.0         | 776                         | 3.0         | 865                         | 3.2         | 953                         | 3.7         | 0.020         | <0.001           |
| 粪肠球菌         | 255                         | 2.5         | 498                         | 2.7         | 731                         | 2.9         | 781                         | 2.9         | 836                         | 3.2         | 0.011         | 0.003            |
| 肺炎链球菌        | 169                         | 1.7         | 305                         | 1.6         | 583                         | 2.3         | 886                         | 3.3         | 684                         | 2.6         | 0.028         | <0.001           |
| 其他凝固酶阴性葡萄球菌* | 3 874                       | 38.6        | 6 919                       | 37.3        | 9 770                       | 38.4        | 10 055                      | 37.1        | 9 401                       | 36.2        | -0.008        | 0.004            |
| <b>革兰阴性菌</b> | <b>8 205</b>                | <b>45.0</b> | <b>14 514</b>               | <b>43.9</b> | <b>21 838</b>               | <b>46.2</b> | <b>26 303</b>               | <b>49.3</b> | <b>29 059</b>               | <b>52.8</b> | <b>0.030</b>  | <b>&lt;0.001</b> |
| 大肠埃希菌        | 3 605                       | 43.9        | 6 983                       | 48.1        | 11 587                      | 53.1        | 14 186                      | 53.9        | 15 176                      | 52.2        | 0.020         | <0.001           |
| 肺炎克雷伯菌       | 1 163                       | 14.2        | 2 105                       | 14.5        | 3 627                       | 16.6        | 4 760                       | 18.1        | 5 670                       | 19.5        | 0.039         | <0.001           |
| 铜绿假单胞菌       | 416                         | 5.1         | 705                         | 4.9         | 874                         | 4.0         | 972                         | 3.7         | 1 043                       | 3.6         | -0.024        | <0.001           |
| 鲍曼不动杆菌       | 373                         | 4.5         | 582                         | 4.0         | 864                         | 4.0         | 904                         | 3.4         | 875                         | 3.0         | -0.024        | <0.001           |
| 阴沟肠杆菌        | 319                         | 3.9         | 484                         | 3.3         | 710                         | 3.3         | 849                         | 3.2         | 1 007                       | 3.5         | -0.003        | 0.050            |

注: \* 表示除表皮葡萄球菌外其他凝固酶阴性葡萄球菌。

## 2.2 主要分离菌的药敏情况

### 2.2.1 革兰阳性菌药敏情况

2012—2021 年,耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)的检出率呈下降趋势;耐甲氧西林凝固酶阴性葡萄球菌(MRCNS)的检出率呈上升趋势。金黄色葡萄球菌、凝固酶阴性葡萄球菌对阿米卡星、庆大霉素、克林霉素、复方磺胺甲噁唑、利福平的耐药率均呈逐年下降的趋势(均  $P < 0.001$ )。MRSA、MRCNS 对各抗菌药物的耐药率均分别高于甲氧西林敏感金黄色葡萄球菌(MSSA)、甲氧西林敏感凝固酶阴性葡萄球菌(MSCNS)。未发现对万古霉素、替考拉宁和利奈唑胺耐药的菌株。见表 2~4。

### 2.2.2 革兰阴性菌药敏情况

#### 2.2.2.1 肠杆菌目细菌

2012—2021 年大肠埃希菌对头孢曲松和头孢噻肟的耐药率分别为 43.6%~63.6%、29.5%~72.8%, 均呈逐年下降趋势(均  $P < 0.001$ );对哌拉西林/他唑巴坦的耐药率为 4.6%~9.5%, 呈逐年下降趋势( $P < 0.001$ );对头孢哌酮/舒巴坦的耐药率为 3.3%~4.2%;对亚胺培南、厄他培南的耐药率分别为 1.0%~2.0%、0.6%~1.1%, 呈下降趋势;对环丙沙星和左氧氟沙星的耐药率分别为 47.8%~77.8%、37.9%~74.8%, 均呈逐年下降趋势(均  $P < 0.001$ )。见表 5。

表 2 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离金黄色葡萄球菌的药敏试验结果

Table 2 Antimicrobial susceptibility testing results of *Staphylococcus aureus* isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物    | 2012—2013 年 |       |       | 2014—2015 年 |       |       | 2016—2017 年 |       |       | 2018—2019 年 |       |       | 2020—2021 年 |       |       | r      | P      |
|---------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|         | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) |        |        |
| 青霉素 G   | 1 418       | 93.1  | 6.9   | 2 541       | 91.9  | 8.1   | 3 582       | 92.5  | 7.5   | 4 086       | 91.2  | 8.8   | 4 781       | 91.0  | 9.0   | -0.003 | 0.974  |
| 苯唑西林    | 1 369       | 28.5  | 71.5  | 2 436       | 29.3  | 70.7  | 3 487       | 24.7  | 75.3  | 4 211       | 21.1  | 78.9  | 4 848       | 21.1  | 78.9  | -0.049 | <0.001 |
| 阿米卡星    | 467         | 4.7   | 92.5  | 674         | 4.5   | 93.2  | 919         | 2.0   | 96.2  | 1 029       | 2.2   | 97.5  | 777         | 0.5   | 98.3  | -0.083 | <0.001 |
| 庆大霉素    | 1 377       | 18.1  | 77.1  | 2 498       | 12.2  | 84.0  | 3 636       | 11.7  | 86.2  | 4 400       | 7.0   | 91.1  | 4 992       | 5.8   | 93.0  | -0.106 | <0.001 |
| 万古霉素    | 1 474       | 0     | 100   | 2 541       | 0     | 100   | 3 555       | 0     | 100   | 4 317       | 0     | 100   | 4 958       | 0     | 100   | /      | /      |
| 替考拉宁    | 338         | 0     | 100   | 835         | 0     | 100   | 1 341       | 0     | 100   | 1 958       | 0     | 100   | 2 454       | 0     | 100   | /      | /      |
| 利奈唑胺    | 1 202       | 0     | 100   | 2 231       | 0     | 100   | 3 345       | 0     | 100   | 4 233       | 0     | 100   | 4 942       | 0     | 100   | /      | /      |
| 红霉素     | 1 453       | 57.1  | 32.6  | 2 381       | 52.1  | 42.7  | 3 533       | 51.7  | 45.0  | 4 413       | 47.0  | 51.2  | 4 987       | 41.1  | 56.9  | -0.049 | <0.001 |
| 克林霉素    | 1 398       | 32.8  | 61.3  | 2 488       | 30.2  | 65.9  | 3 574       | 30.1  | 67.3  | 4 278       | 24.8  | 73.0  | 4 872       | 20.3  | 78.0  | -0.066 | <0.001 |
| 左氧氟沙星   | 1 101       | 18.0  | 64.4  | 1 867       | 16.8  | 70.8  | 2 754       | 13.5  | 81.0  | 3 516       | 11.3  | 87.1  | 4 589       | 10.4  | 88.0  | -0.063 | <0.001 |
| 呋喃妥因    | 473         | 0.8   | 98.1  | 1 409       | 1.2   | 97.8  | 2 086       | 0.8   | 98.4  | 2 408       | 0.9   | 98.6  | 2 917       | 0.7   | 98.9  | -0.010 | 0.700  |
| 复方磺胺甲噁唑 | 1 277       | 42.1  | 57.8  | 2 379       | 24.0  | 75.9  | 3 527       | 18.3  | 81.7  | 4 069       | 8.7   | 91.2  | 4 667       | 7.2   | 92.8  | -0.204 | <0.001 |
| 利福平     | 1 404       | 10.2  | 86.2  | 2 517       | 7.8   | 90.0  | 3 662       | 5.1   | 93.3  | 4 346       | 3.6   | 94.8  | 4 938       | 1.9   | 96.6  | -0.112 | <0.001 |

注：/表示无统计分析。

表 3 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离凝固酶阴性葡萄球菌的药敏试验结果

Table 3 Antimicrobial susceptibility testing results of coagulase-negative *Staphylococcus* isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物    | 2012—2013 年 |       |       | 2014—2015 年 |       |       | 2016—2017 年 |       |       | 2018—2019 年 |       |       | 2020—2021 年 |       |       | r      | P      |
|---------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|         | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) |        |        |
| 青霉素 G   | 6 191       | 88.1  | 11.9  | 12 573      | 87.9  | 12.1  | 16 252      | 90.6  | 9.3   | 15 567      | 89.5  | 10.5  | 13 957      | 89.4  | 10.6  | 0.003  | 0.461  |
| 苯唑西林    | 6 045       | 55.3  | 44.7  | 12 261      | 61.5  | 35.9  | 16 233      | 62.5  | 37.5  | 15 849      | 64.8  | 35.2  | 14 184      | 66.6  | 33.4  | 0.023  | <0.001 |
| 阿米卡星    | 555         | 4.3   | 93.9  | 1 414       | 2.9   | 92.1  | 2 919       | 1.7   | 97.5  | 2 427       | 1.3   | 98.1  | 1 968       | 1.5   | 97.8  | -0.047 | <0.001 |
| 庆大霉素    | 6 055       | 21.9  | 68.3  | 12 509      | 18.3  | 72.3  | 16 836      | 17.8  | 74.8  | 16 604      | 16.0  | 76.8  | 15 056      | 16.3  | 76.7  | -0.030 | <0.001 |
| 万古霉素    | 6 483       | 0     | 100   | 12 667      | 0     | 100   | 16 767      | 0     | 100   | 16 444      | 0     | 100   | 14 958      | 0     | 100   | /      | /      |
| 替考拉宁    | 1 799       | 0     | 100   | 3 916       | 0     | 100   | 4 310       | 0     | 100   | 5 656       | 0     | 100   | 6 558       | 0     | 100   | /      | /      |
| 利奈唑胺    | 5 021       | 0     | 100   | 10 678      | 0     | 100   | 15 624      | 0     | 100   | 16 173      | 0     | 100   | 14 797      | 0     | 100   | /      | /      |
| 红霉素     | 6 576       | 69.5  | 17.0  | 12 635      | 72.1  | 18.8  | 16 833      | 77.5  | 20.5  | 16 774      | 75.9  | 22.3  | 15 090      | 74.7  | 23.7  | 0.009  | <0.001 |
| 克林霉素    | 6 247       | 34.8  | 57.9  | 12 282      | 33.1  | 60.9  | 16 351      | 31.7  | 65.2  | 16 253      | 28.5  | 68.1  | 14 674      | 26.5  | 70.9  | -0.039 | <0.001 |
| 左氧氟沙星   | 4 479       | 28.1  | 52.1  | 9 770       | 32.0  | 55.5  | 13 296      | 32.0  | 63.1  | 14 110      | 34.0  | 63.3  | 13 692      | 39.1  | 58.2  | 0.039  | <0.001 |
| 呋喃妥因    | 2 896       | 1.6   | 96.9  | 7 106       | 1.2   | 97.1  | 10 207      | 1.0   | 98.1  | 10 136      | 0.8   | 97.8  | 9 622       | 1.0   | 97.9  | -0.013 | 0.005  |
| 复方磺胺甲噁唑 | 5 377       | 57.7  | 41.1  | 11 228      | 49.6  | 50.3  | 15 938      | 42.4  | 57.6  | 15 934      | 34.9  | 65.0  | 14 231      | 31.2  | 68.7  | -0.091 | <0.001 |
| 利福平     | 6 327       | 11.7  | 86.1  | 12 531      | 12.1  | 86.1  | 16 740      | 10.9  | 87.9  | 16 508      | 9.0   | 89.8  | 14 872      | 7.7   | 91.5  | -0.044 | <0.001 |

注：/表示无统计分析。

表 4 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测血标本分离 MRSA 与 MRCNS 的药敏试验结果

Table 4 Antimicrobial susceptibility testing results of MRSA and MRCNS isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物    | MRSA |      | MSSA |      | MRCNS |      | MSCNS |      | $\chi^2^*$ | P*    | $\chi^2^\#$ | P <sup>#</sup> |
|---------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------------|-------|-------------|----------------|
|         | R(%) | S(%) | R(%) | S(%) | R(%)  | S(%) | R(%)  | S(%) |            |       |             |                |
| 阿米卡星    | 6.9  | 90.0 | 0.8  | 98.5 | 2.8   | 95.7 | 0.7   | 99.1 | 118.6      | <0.01 | 56.6        | <0.01          |
| 庆大霉素    | 22.8 | 72.6 | 4.8  | 93.6 | 22.8  | 67.5 | 7.9   | 87.5 | 1 209.9    | <0.01 | 2 308.2     | <0.01          |
| 红霉素     | 78.6 | 18.3 | 37.9 | 58.4 | 83.0  | 13.9 | 60.0  | 33.5 | 2 039.6    | <0.01 | 4 194.0     | <0.01          |
| 克林霉素    | 56.1 | 41.2 | 16.3 | 81.0 | 37.9  | 58.3 | 17.1  | 78.7 | 1 212.2    | <0.01 | 3 016.5     | <0.01          |
| 左氧氟沙星   | 29.8 | 64.5 | 7.5  | 87.5 | 46.2  | 49.8 | 12.6  | 77.4 | 1 107.4    | <0.01 | 6 151.7     | <0.01          |
| 呋喃妥因    | 1.5  | 97.5 | 0.6  | 98.9 | 1.1   | 97.7 | 0.8   | 98.3 | 15.8       | <0.01 | 232.4       | <0.01          |
| 复方磺胺甲噁唑 | 24.4 | 75.5 | 12.6 | 87.4 | 50.7  | 49.3 | 22.7  | 77.3 | 228.1      | <0.01 | 4 429.1     | <0.01          |
| 利福平     | 13.1 | 82.4 | 1.9  | 97.0 | 14.2  | 84.4 | 2.8   | 96.0 | 867.1      | <0.01 | 2 161.7     | <0.01          |

注：\* 为 MRSA 与 MSSA 耐药率的统计分析；# 为 MRCNS 与 MSCNS 耐药率的统计分析。

表 5 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离大肠埃希菌的药敏试验结果

Table 5 Antimicrobial susceptibility testing results of *Escherichia coli* isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物      | 2012—2013 年 |       |       | 2014—2015 年 |       |       | 2016—2017 年 |       |       | 2018—2019 年 |       |       | 2020—2021 年 |       |       | r      | P      |
|-----------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|           | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) |        |        |
| 氨苄西林      | 2 473       | 87.0  | 12.1  | 5 849       | 83.9  | 15.0  | 10 237      | 80.8  | 16.7  | 11 403      | 77.8  | 17.5  | 10 057      | 76.2  | 18.6  | -0.020 | <0.001 |
| 氨苄西林/舒巴坦  | 2 544       | 40.2  | 33.5  | 5 517       | 47.7  | 28.7  | 9 196       | 45.6  | 31.8  | 9 081       | 40.4  | 34.7  | 9 826       | 37.6  | 40.4  | -0.030 | 0.839  |
| 哌拉西林/他唑巴坦 | 3 203       | 9.5   | 35.9  | 6 672       | 6.5   | 54.2  | 11 120      | 5.0   | 67.2  | 14 026      | 4.8   | 69.4  | 14 894      | 4.6   | 83.9  | -0.042 | <0.001 |
| 头孢唑林      | 2 609       | 67.8  | 13.0  | 5 770       | 66.1  | 11.4  | 9 581       | 60.8  | 14.3  | 9 885       | 57.1  | 21.0  | 8 875       | 52.2  | 28.2  | -0.042 | 0.005  |
| 头孢呋辛      | 2 199       | 47.3  | 41.9  | 3 535       | 46.8  | 44.3  | 5 331       | 44.8  | 49.2  | 7 730       | 43.6  | 51.3  | 9 834       | 41.7  | 54.0  | -0.020 | <0.001 |
| 头孢他啶      | 3 151       | 28.5  | 58.0  | 6 450       | 23.8  | 64.8  | 10 647      | 20.4  | 72.5  | 12 626      | 18.2  | 74.9  | 14 003      | 16.8  | 75.2  | -0.059 | <0.001 |
| 头孢曲松      | 2 331       | 63.6  | 35.3  | 5 254       | 57.2  | 42.1  | 9 461       | 51.7  | 47.6  | 11 829      | 46.6  | 53.0  | 12 835      | 43.6  | 56.0  | -0.053 | <0.001 |
| 头孢噻肟      | 1 025       | 72.8  | 22.8  | 1 502       | 65.1  | 21.9  | 1 825       | 54.7  | 31.9  | 2 035       | 38.4  | 44.5  | 1 603       | 29.5  | 49.7  | -0.143 | <0.001 |
| 头孢吡肟      | 3 187       | 37.2  | 25.7  | 6 753       | 32.1  | 37.6  | 11 437      | 25.4  | 54.1  | 13 983      | 22.3  | 65.9  | 14 752      | 21.0  | 67.6  | -0.072 | 0.209  |
| 头孢哌酮/舒巴坦  | 659         | 3.3   | 85.4  | 1 766       | 4.2   | 87.1  | 3 313       | 3.9   | 88.3  | 8 065       | 4.0   | 90.6  | 10 899      | 3.7   | 91.8  | -0.003 | 0.040  |
| 头孢西丁      | 2 079       | 8.7   | 81.6  | 3 711       | 10.1  | 83.6  | 5 535       | 7.9   | 86.9  | 8 549       | 7.3   | 88.5  | 10 402      | 6.5   | 89.5  | -0.034 | <0.001 |
| 氨曲南       | 6 546       | 33.0  | 60.8  | 5 659       | 36.2  | 56.8  | 9 074       | 31.7  | 63.5  | 9 482       | 26.6  | 68.7  | 9 630       | 24.0  | 71.0  | -0.055 | 0.797  |
| 亚胺培南      | -           | -     | -     | 4 917       | 2.0   | 97.3  | 8 891       | 1.3   | 98.0  | 9 922       | 1.6   | 97.7  | 11 759      | 1.0   | 98.4  | -0.024 | 0.011  |
| 美罗培南      | -           | -     | -     | 2 983       | 3.1   | 96.5  | 5 361       | 1.9   | 97.7  | 6 483       | 1.6   | 98.2  | 8 632       | 1.4   | 98.3  | -0.034 | 0.307  |
| 厄他培南      | -           | -     | -     | 2 691       | 0.8   | 98.7  | 5 620       | 0.7   | 99.0  | 6 466       | 1.1   | 98.7  | 7 740       | 0.6   | 99.3  | -0.006 | 0.013  |
| 阿米卡星      | 3 275       | 2.7   | 95.5  | 6 805       | 1.7   | 96.9  | 11 447      | 1.5   | 97.7  | 13 816      | 1.0   | 98.2  | 14 761      | 0.9   | 98.8  | -0.041 | <0.001 |
| 庆大霉素      | 3 229       | 37.2  | 55.6  | 6 874       | 39.5  | 53.4  | 11 484      | 33.6  | 63.4  | 12 438      | 30.6  | 66.9  | 11 456      | 27.6  | 70.0  | -0.051 | 0.102  |
| 妥布霉素      | 2 441       | 16.0  | 59.8  | 5 179       | 16.0  | 61.8  | 8 232       | 13.3  | 63.0  | 7 281       | 8.6   | 67.3  | 6 847       | 9.3   | 69.3  | -0.071 | 0.025  |
| 替加环素      | 19          | -     | -     | 185         | 0     | 95.7  | 1 121       | 0.2   | 97.8  | 5 071       | 0.1   | 99.5  | 8 336       | 0.1   | 99.7  | 0.003  | <0.001 |
| 环丙沙星      | 2 910       | 77.8  | 15.8  | 6 331       | 59.6  | 30.7  | 10 150      | 48.7  | 37.8  | 9 203       | 48.0  | 32.4  | 8 523       | 47.8  | 33.8  | -0.061 | <0.001 |
| 左氧氟沙星     | 2 858       | 74.8  | 12.5  | 6 275       | 50.7  | 25.9  | 10 783      | 40.3  | 30.0  | 13 544      | 38.7  | 30.7  | 14 523      | 37.9  | 31.5  | -0.076 | <0.001 |
| 呋喃妥因      | 1 372       | 2.7   | 88.6  | 3 309       | 3.9   | 87.0  | 5 691       | 1.9   | 93.0  | 5 031       | 2.0   | 91.0  | 6 064       | 2.3   | 93.3  | -0.021 | <0.001 |
| 复方磺胺甲噁唑   | 3 060       | 55.3  | 44.7  | 6 464       | 54.5  | 45.5  | 10 990      | 50.8  | 49.1  | 13 309      | 49.1  | 50.5  | 14 026      | 48.3  | 51.6  | -0.021 | <0.001 |

注：- 表示无原始数据。

2012—2021 年肺炎克雷伯菌对头孢曲松和头孢噻肟的耐药率分别为 23.3%~48.6%、15.5%~58.5%，均呈逐年下降趋势(均  $P < 0.001$ )；对哌拉西林/他唑巴坦的耐药率为 11.6%~12.6%；对头孢哌酮/舒巴坦的耐药率为 5.1%~11.0%，呈升高

趋势( $P < 0.001$ )；对氨曲南、美罗培南和厄他培南的耐药率为 20.5%~28.0%、7.4%~13.7%、4.8%~6.4%，呈下降趋势(均  $P < 0.001$ )；对环丙沙星和左氧氟沙星的耐药率分别为 31.1%~64.3%、18.9%~58.9%，呈下降趋势(均  $P < 0.001$ )。见表 6。

表 6 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离肺炎克雷伯菌的药敏试验结果

Table 6 Antimicrobial susceptibility testing results of *Klebsiella pneumoniae* isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物      | 2012—2013 年 |       |       | 2014—2015 年 |       |       | 2016—2017 年 |       |       | 2018—2019 年 |       |       | 2020—2021 年 |       |       | r      | P      |
|-----------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|           | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) |        |        |
| 氨苄西林/舒巴坦  | 785         | 32.9  | 54.6  | 1 699       | 36.6  | 54.3  | 2 818       | 34.1  | 58.9  | 2 845       | 29.0  | 62.7  | 3 635       | 25.9  | 65.5  | -0.050 | <0.001 |
| 哌拉西林/他唑巴坦 | 975         | 12.2  | 36.1  | 2 005       | 12.6  | 55.0  | 3 461       | 11.6  | 63.8  | 4 687       | 12.3  | 65.4  | 5 598       | 12.0  | 78.0  | -0.002 | <0.001 |
| 头孢唑林      | 851         | 41.2  | 25.1  | 1 778       | 40.6  | 21.7  | 2 954       | 37.8  | 27.8  | 3 162       | 35.2  | 42.6  | 3 223       | 29.4  | 52.6  | -0.050 | <0.001 |
| 头孢呋辛      | 649         | 31.0  | 57.6  | 943         | 29.8  | 63.5  | 1 560       | 29.0  | 66.6  | 2 567       | 27.9  | 68.5  | 3 669       | 24.4  | 72.6  | -0.033 | <0.001 |
| 头孢他啶      | 985         | 24.8  | 66.9  | 1 927       | 19.7  | 73.0  | 3 296       | 19.9  | 74.5  | 4 180       | 17.2  | 79.4  | 5 270       | 15.3  | 81.6  | -0.049 | 0.002  |
| 头孢曲松      | 799         | 48.6  | 50.3  | 1 627       | 39.3  | 59.8  | 2 976       | 32.8  | 65.3  | 3 901       | 27.6  | 72.1  | 4 682       | 23.3  | 76.2  | -0.095 | <0.001 |
| 头孢噻肟      | 299         | 58.5  | 31.4  | 412         | 44.2  | 32.0  | 440         | 39.1  | 44.5  | 556         | 23.2  | 65.5  | 470         | 15.5  | 61.5  | -0.184 | <0.001 |
| 头孢吡肟      | 1 009       | 24.0  | 32.5  | 2 044       | 21.0  | 49.8  | 3 589       | 19.8  | 63.4  | 4 701       | 16.9  | 76.0  | 5 491       | 15.9  | 77.8  | -0.046 | <0.001 |
| 头孢哌酮/舒巴坦  | 176         | 5.1   | 88.6  | 621         | 9.7   | 84.9  | 1 095       | 10.7  | 83.0  | 2 861       | 10.3  | 85.6  | 4 301       | 11.0  | 86.1  | 0.017  | <0.001 |
| 头孢西丁      | 604         | 11.8  | 81.1  | 1 017       | 14.6  | 81.4  | 1 663       | 14.1  | 83.1  | 2 825       | 13.2  | 84.3  | 3 851       | 11.4  | 86.5  | -0.019 | 0.795  |
| 氨曲南       | 938         | 28.0  | 57.6  | 1 760       | 25.8  | 66.9  | 2 837       | 25.3  | 71.0  | 3 258       | 22.0  | 76.3  | 3 707       | 20.5  | 77.7  | -0.040 | <0.001 |
| 亚胺培南      | 667         | 6.1   | 90.0  | 1 612       | 7.2   | 90.9  | 2 847       | 7.1   | 91.3  | 3 803       | 7.3   | 91.1  | 4 426       | 7.6   | 90.5  | 0.009  | <0.001 |
| 美罗培南      | 336         | 13.7  | 81.0  | 948         | 7.9   | 91.1  | 1 774       | 7.4   | 91.9  | 2 561       | 7.6   | 92.0  | 3 496       | 8.2   | 91.1  | -0.011 | <0.001 |
| 厄他培南      | 297         | 5.7   | 93.6  | 862         | 6.3   | 92.9  | 1 742       | 4.8   | 94.7  | 2 352       | 5.6   | 94.2  | 2 853       | 6.4   | 93.4  | 0.011  | <0.001 |
| 阿米卡星      | 1 022       | 2.6   | 96.2  | 2 039       | 3.9   | 95.8  | 3 585       | 4.2   | 95.4  | 4 660       | 3.8   | 95.8  | 5 564       | 4.8   | 94.9  | 0.021  | 0.008  |
| 庆大霉素      | 1 037       | 19.2  | 75.2  | 2 076       | 17.3  | 81.1  | 3 568       | 16.2  | 82.5  | 4 061       | 13.1  | 85.9  | 4 107       | 11.4  | 87.3  | -0.057 | <0.001 |
| 妥布霉素      | 741         | 9.0   | 78.8  | 1 486       | 8.8   | 81.1  | 2 386       | 8.6   | 80.9  | 2 473       | 7.3   | 83.3  | 2 694       | 9.6   | 82.2  | 0.004  | <0.001 |
| 替加环素      | /           | /     | /     | 78          | 3.8   | 89.7  | 499         | 1.4   | 94.2  | 1 943       | 1.6   | 95.3  | 3 338       | 2.9   | 93.9  | 0.032  | <0.001 |
| 环丙沙星      | 986         | 64.3  | 26.0  | 1 905       | 41.5  | 47.1  | 3 165       | 32.1  | 55.2  | 3 195       | 32.4  | 51.8  | 3 374       | 31.1  | 53.7  | -0.083 | <0.001 |
| 左氧氟沙星     | 945         | 58.9  | 26.8  | 1 967       | 30.4  | 50.2  | 3 438       | 21.4  | 57.9  | 4 584       | 18.9  | 59.1  | 5 527       | 19.3  | 61.5  | -0.118 | <0.001 |
| 呋喃妥因      | 471         | 22.1  | 36.5  | 1 063       | 34.5  | 23.3  | 1 791       | 22.1  | 32.6  | 1 589       | 28.9  | 26.3  | 2 242       | 27.1  | 39.0  | 0      | <0.001 |
| 复方磺胺甲噁唑   | 1 001       | 33.6  | 66.4  | 2 013       | 30.7  | 69.0  | 3 462       | 27.7  | 72.2  | 4 514       | 27.4  | 72.6  | 5 335       | 25.9  | 74.1  | -0.029 | <0.001 |

注：/表示检测株数<30。

2.2.2.2 非发酵糖革兰阴性菌 2012—2021 年铜绿假单胞菌对大多数抗菌药物的耐药率均呈下降趋势，耐药率均<30%；其中对哌拉西林/他唑巴坦的耐药率为 6.7%~16.5%，呈逐年下降趋势( $P < 0.001$ )；对头孢哌酮/舒巴坦的耐药率为 6.1%~14.6%，对头孢他啶的耐药率为 9.0%~18.0%；对亚胺培南和美罗培南的耐药率分别为 9.8%~15.6%、7.1%~11.7%；对环丙沙星和左氧氟沙星的耐药率分别为 4.6%~11.7%、5.6%~9.9%；对环丙沙星的耐药率呈逐年下降趋势( $P = 0.004$ )；对

阿米卡星的耐药率为 1.9%~5.7%，呈逐年下降趋势( $P < 0.001$ )。见表 7。

2012—2021 年鲍曼不动杆菌对大多数抗菌药物(米诺环素和多黏菌素 B 除外)的耐药率为 30%~45%，且趋势相对较为稳定；其中对氨苄西林/舒巴坦和哌拉西林/他唑巴坦的耐药率分别为 31.8%~45.0%、35.5%~42.2%，对亚胺培南和美罗培南的耐药率分别为 34.7%~43.4%、35.2%~45.7%，对米诺环素和多黏菌素 B 的耐药率为 5.3%~9.9%、2.0%~2.7%。见表 8。

表 7 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离铜绿假单胞菌的药敏试验结果

Table 7 Antimicrobial susceptibility testing results of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物      | 2013 年* |       |       | 2014—2015 年 |       |       | 2016—2017 年 |       |       | 2018—2019 年 |       |       | 2020—2021 年 |       |       | r      | P      |
|-----------|---------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|           | 检测株数    | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) |        |        |
| 哌拉西林      | 133     | 27.8  | 54.9  | 436         | 26.4  | 61.5  | 477         | 21.2  | 69.6  | 492         | 12.4  | 77.0  | 523         | 10.9  | 79.7  | -0.127 | <0.001 |
| 哌拉西林/他唑巴坦 | 236     | 16.5  | 62.7  | 687         | 12.4  | 72.3  | 842         | 9.9   | 79.7  | 950         | 6.8   | 84.3  | 1 018       | 6.7   | 85.1  | -0.083 | <0.001 |
| 头孢他啶      | 211     | 18.0  | 74.9  | 645         | 15.7  | 79.5  | 777         | 14.3  | 82.1  | 889         | 9.0   | 86.4  | 1 011       | 11.0  | 86.4  | -0.06  | <0.001 |
| 头孢吡肟      | 224     | 17.0  | 77.2  | 698         | 13.2  | 80.1  | 862         | 11.1  | 84.7  | 955         | 7.1   | 88.5  | 1 010       | 6.6   | 87.9  | -0.09  | <0.001 |
| 头孢哌酮/舒巴坦  | 41      | 14.6  | 80.5  | 247         | 6.1   | 87.4  | 304         | 7.6   | 82.9  | 605         | 7.9   | 87.4  | 778         | 7.3   | 86.5  | -0.005 | 0.523  |
| 氨基曲南      | 143     | 22.4  | 63.6  | 469         | 26.2  | 62.5  | 566         | 22.1  | 67.7  | 604         | 16.4  | 71.7  | 668         | 13.5  | 75.0  | -0.085 | <0.001 |
| 亚胺培南      | 173     | 15.6  | 55.5  | 557         | 11.8  | 68.2  | 682         | 11.3  | 74.9  | 763         | 11.0  | 78.8  | 808         | 9.8   | 86.5  | -0.031 | 0.386  |
| 美罗培南      | 137     | 11.7  | 31.4  | 430         | 7.9   | 61.6  | 474         | 11.2  | 78.3  | 633         | 7.1   | 87.8  | 865         | 8.0   | 87.9  | -0.025 | 0.147  |
| 阿米卡星      | 228     | 5.7   | 93.0  | 683         | 5.3   | 92.7  | 868         | 3.0   | 96.0  | 964         | 2.0   | 96.8  | 1 026       | 1.9   | 97.4  | -0.074 | <0.001 |
| 庆大霉素      | 220     | 9.1   | 86.4  | 696         | 12.8  | 84.2  | 864         | 6.9   | 89.5  | 799         | 4.9   | 91.1  | 712         | 4.5   | 94.1  | -0.091 | <0.001 |
| 妥布霉素      | 174     | 11.5  | 84.5  | 593         | 11.1  | 86.2  | 739         | 5.0   | 94.2  | 743         | 3.1   | 95.7  | 907         | 3.4   | 95.5  | -0.113 | <0.001 |
| 环丙沙星      | 231     | 11.7  | 84.8  | 681         | 7.9   | 88.3  | 815         | 6.6   | 90.6  | 830         | 4.6   | 93.0  | 1 007       | 5.9   | 92.1  | -0.051 | 0.004  |
| 左氧氟沙星     | 202     | 9.9   | 83.7  | 640         | 7.8   | 88.1  | 812         | 6.2   | 90.5  | 930         | 5.7   | 89.7  | 1 037       | 5.6   | 89.5  | -0.038 | 0.129  |
| 多黏菌素 B    | 63      | 1.6   | 98.4  | 199         | 9.0   | 91.0  | 232         | 2.6   | 97.4  | 252         | 2.0   | 98.0  | 366         | 1.4   | 98.6  | -0.100 | <0.001 |

注：\* 表示 2012 年数据缺失。

表 8 2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离鲍曼不动杆菌的药敏试验结果

Table 8 Antimicrobial susceptibility testing results of *Acinetobacter baumannii* isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021

| 抗菌药物      | 2012—2013 年 |       |       | 2014—2015 年 |       |       | 2016—2017 年 |       |       | 2018—2019 年 |       |       | 2020—2021 年 |       |       | r      | P      |
|-----------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|           | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) | 检测株数        | R (%) | S (%) |        |        |
| 氨苄西林/舒巴坦  | 266         | 40.6  | 49.6  | 433         | 42.7  | 50.1  | 587         | 45.0  | 49.9  | 542         | 41.5  | 56.1  | 515         | 31.8  | 64.9  | -0.035 | 0.046  |
| 哌拉西林/他唑巴坦 | 296         | 35.5  | 55.7  | 532         | 41.2  | 53.6  | 650         | 42.2  | 54.2  | 642         | 37.5  | 60.4  | 715         | 36.1  | 61.8  | -0.012 | 0.451  |
| 头孢他啶      | 315         | 33.3  | 56.5  | 468         | 40.2  | 52.4  | 732         | 44.1  | 51.0  | 786         | 37.7  | 58.8  | 831         | 32.5  | 63.3  | -0.021 | 0.019  |
| 头孢吡肟      | 337         | 33.8  | 54.6  | 570         | 44.2  | 52.3  | 857         | 47.1  | 50.8  | 893         | 39.9  | 58.0  | 859         | 31.5  | 64.7  | -0.032 | <0.001 |
| 头孢哌酮/舒巴坦  | 41          | 22.0  | 68.3  | 209         | 18.7  | 56.0  | 329         | 22.2  | 62.9  | 543         | 27.6  | 63.5  | 658         | 28.6  | 66.1  | 0.052  | 0.130  |
| 亚胺培南      | 279         | 35.8  | 43.7  | 461         | 43.0  | 53.1  | 733         | 43.4  | 53.9  | 720         | 37.1  | 61.0  | 697         | 34.7  | 63.1  | -0.023 | 0.123  |
| 美罗培南      | 129         | 38.0  | 30.2  | 259         | 41.3  | 45.6  | 383         | 45.7  | 49.1  | 497         | 39.6  | 57.5  | 619         | 35.2  | 61.7  | 0.026  | 0.300  |
| 阿米卡星      | 256         | 14.1  | 74.6  | 345         | 29.3  | 67.5  | 500         | 37.4  | 61.4  | 527         | 30.0  | 68.7  | 491         | 23.8  | 74.3  | 0.019  | <0.001 |
| 庆大霉素      | 337         | 33.2  | 58.8  | 578         | 42.0  | 52.4  | 849         | 46.1  | 50.8  | 780         | 39.2  | 56.9  | 580         | 29.7  | 66.4  | -0.026 | <0.001 |
| 妥布霉素      | 275         | 25.8  | 57.1  | 435         | 37.5  | 57.9  | 616         | 36.7  | 60.1  | 560         | 34.8  | 62.9  | 636         | 27.2  | 68.4  | -0.017 | 0.013  |
| 米诺环素      | 114         | 5.3   | 87.7  | 109         | 5.5   | 85.3  | 250         | 8.8   | 86.0  | 323         | 7.7   | 82.7  | 543         | 9.9   | 78.6  | 0.046  | 0.422  |
| 环丙沙星      | 347         | 28.2  | 65.1  | 571         | 40.6  | 55.7  | 797         | 42.5  | 55.6  | 723         | 42.2  | 57.3  | 737         | 34.7  | 64.6  | 0.008  | 0.007  |
| 左氧氟沙星     | 295         | 19.7  | 67.5  | 536         | 35.4  | 56.2  | 812         | 32.5  | 58.6  | 853         | 28.4  | 61.1  | 847         | 27.9  | 67.2  | -0.004 | 0.004  |
| 多黏菌素 B    | /           | /     | /     | 126         | 2.4   | 97.6  | 187         | 2.7   | 87.2  | 151         | 2.0   | 98.0  | 248         | 2.0   | 98.0  | -0.111 | <0.001 |

注：/ 表示检测株数 < 30。

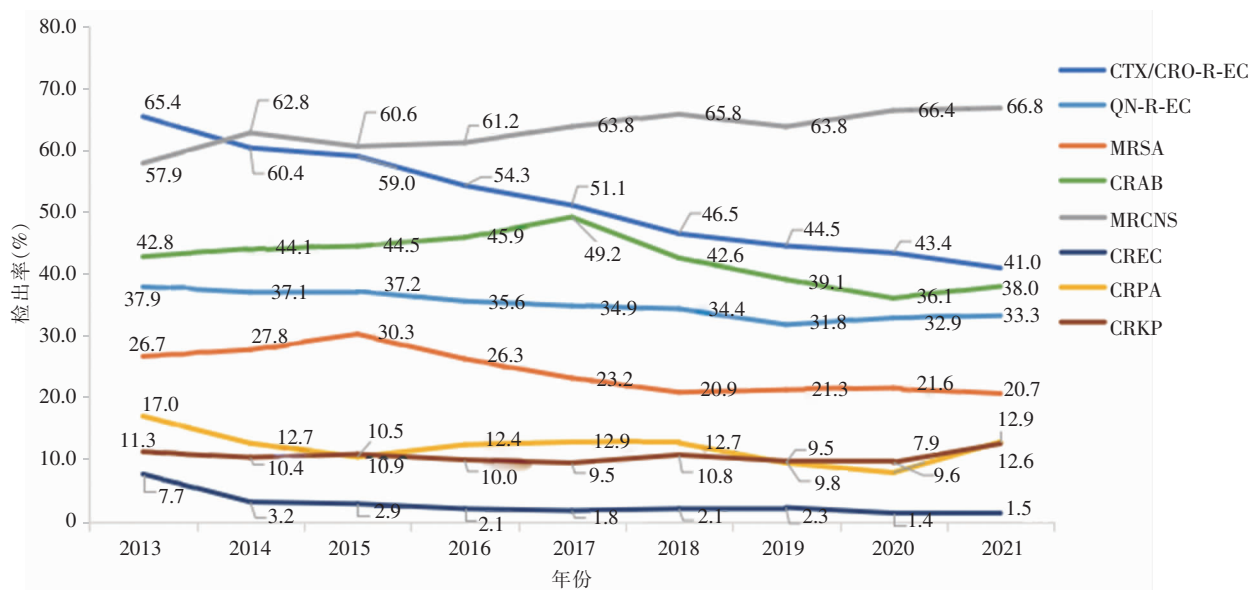
2.3 重要耐药菌检出率的变迁 MRSA 检出率从 2015 年开始呈下降趋势, 由 30.3% 下降至 20.7%;

MRCNS 检出率呈逐年上升趋势(57.9%~66.8%)。耐第三代头孢菌素大肠埃希菌(CTX/CRO-R-EC)的



检出率由 2013 年的 65.4% 持续逐年下降至 2021 年的 41.0%，耐喹诺酮类大肠埃希菌(QN-R-EC)检出率(31.8%~37.9%)相对稳定，耐碳青霉烯类大肠埃希菌(CREC)检出率由 2013 年的 7.7% 下降至 2021

年的 1.5%，并在近几年保持稳定；耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)检出率为 9.5%~12.6%；耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)检出率(36.1%~49.2%)，2017 年后呈下降趋势。见图 2。



注：2012 年部分菌种资料不全未纳入分析。

图 2 2013—2021 年湖南省细菌耐药监测网血标本分离重要耐药菌检出率变迁

Figure 2 Change in detection rates of major antimicrobial-resistant bacteria isolated from blood specimens, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2013 - 2021

### 3 讨论

BSI 是一种严重的全身感染性疾病，特别是多重耐药菌 BSI 具有较高致死率<sup>[8-9]</sup>。目前血培养是 BSI 和脓毒血症诊断的“金标准”<sup>[10]</sup>。由于血培养周期长，感染早期临床医生初始经验性选用抗菌药物非常重要，因此监测分析血培养检出细菌的构成特点和耐药性对临床经验性抗感染治疗意义重大<sup>[11]</sup>。

本次统计结果显示，2012—2021 年湖南省细菌耐药监测网成员单位血标本分离的细菌居前 5 位的是大肠埃希菌、表皮葡萄球菌、金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯菌和铜绿假单胞菌，革兰阳性球菌的构成比为 47.2%~56.1%，2015 年后呈逐年下降趋势；革兰阴性杆菌的构成比呈上升趋势，其构成比由 43.9% 上升到 52.8%，尤其是大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌。近 5 年来本研究结果分离菌的分布、构成比与全国细菌耐药监测网报道基本一致<sup>[12]</sup>。

革兰阳性菌以葡萄球菌属为主，金黄色葡萄球菌是引起败血症、脓毒血症等全身感染血培养常见

分离菌，感染导致的病死率可达 20%~30%<sup>[13]</sup>。本组监测结果显示，湖南省 MRSA 检出率逐年下降，由 2012 年 26.7% 降至 2021 年 20.7%，但仍高于全国平均水平<sup>[14]</sup>，依然是临床医生需要重点关注的 BSI 病原体。目前万古霉素、利奈唑胺仍是治疗 MRSA 的首选药物，随着万古霉素的广泛应用，应严格监测对万古霉素的耐药性。凝固酶阴性葡萄球菌在湖南省血培养分离菌构成比中占重要地位，MRCNS 检出率一直 >57%，可能与各种医源性感染、侵袭性操作增加，以及送检不规范、采取单瓶单送无法评估污染菌有关。凝固酶阴性葡萄球菌既是医院感染的重要病原菌，也是血培养中常见的污染菌，通过加强与临床医生的沟通、规范血培养操作可以真正降低血培养污染率，提高致病菌的分离率<sup>[15]</sup>。同时，实验室工作人员严格实行培养污染菌的判断标准，根据培养报阳时间、报阳瓶数，结合临床症状及其他相关指标，排除其是否污染后再进行药敏试验，保证监测数据的质量。本组监测数据未发现葡萄球菌属细菌对利奈唑胺、万古霉素、替考拉宁耐药和不敏感株。肠球菌属中以屎肠球菌和粪肠球菌为

主,尿肠球菌的检出高于粪肠球菌,肠球菌属、肺炎链球菌的检出率均呈上升趋势。

革兰阴性菌容易出现多重耐药,导致 BSI 致死率高<sup>[16-17]</sup>,已成为临床抗感染治疗的难点,大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌是引起 BSI 的主要病原菌。本组监测数据显示大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌血培养分离菌株数和构成比呈上升趋势;碳青霉烯类药物是临床治疗革兰阴性菌感染的常用抗生素,耐碳青霉烯类革兰阴性菌的检出率近 6 年相对稳定,大肠埃希菌对亚胺培南、美罗培南、厄他培南的耐药率均比较稳定,厄他培南耐药率相对较低,但与 2014—2015 年相比,均有所下降。非发酵菌以铜绿假单胞菌和鲍曼不动杆菌为主,铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌对碳青霉烯类抗生素的耐药率分别为 7.9%~17.0%、36.1%~49.2%,连续 10 年监测数据显示鲍曼不动杆菌的耐药率高于铜绿假单胞菌。铜绿假单胞菌对亚胺培南和美罗培南的耐药率较稳定,2016 年以来对阿米卡星、庆大霉素和多黏菌素 B 的耐药率均 <10%,虽然铜绿假单胞菌对临床常用的抗菌药物敏感性比较高,但由于铜绿假单胞菌毒力和药敏变化快及易形成生物膜,其引起的血流感染较其他常见革兰阴性菌进展速度快及病死率高<sup>[18-19]</sup>;而鲍曼不动杆菌对大部分抗菌药物的耐药率为 30%~45%(多黏菌素 B、米诺环素除外),给临床抗感染治疗带来巨大压力。因此必须加强细菌耐药监测,提升与规范微生物标本的送检与检测,保证检测数据的质量,加强感染防控措施,避免多重耐药菌在医院内传播。

细菌耐药是一个全球性的问题,但是不同地区细菌的耐药情况不同,因此各地区有必要进行耐药监测工作,指导合理使用抗菌药物。同时由于监测单位技术水平参差不齐,数据质量不能同质化,给数据统计与分析带来了一定的困难,今后需要进一步加强规范血培养的采集与操作,减少污染菌,提高微生物检测能力,保证数据来源的可靠性,指导临床精准用药,加强医院感染防控和合理用药,减缓耐药菌的发生发展,为临床抗感染治疗提供依据。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

[1] 陈斌泽,张媛媛,薛荣利,等.某三级医院 2012—2015 年血培养病原菌分布及其耐药性[J].中国感染控制杂志,2016,

15(3): 164-167.

Chen BZ, Zhang YY, Xue RL, et al. Distribution and antimicrobial resistance of pathogens in blood cultures in a tertiary hospital from 2012 to 2015[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2016, 15(3): 164-167.

- [2] 湖南省人民政府.我省建立医疗机构细菌耐药监测网[EB/OL].(2011-11-28)[2022-11-25].[http://www.hunan.gov.cn/hnszf/hnyw/zwdt/201212/t20121210\\_4733059.html](http://www.hunan.gov.cn/hnszf/hnyw/zwdt/201212/t20121210_4733059.html). The People's Government of Hunan Province. Our province has established a bacterial resistance monitoring network for medical institutions[EB/OL].(2011-11-28)[2022-11-25].[http://www.hunan.gov.cn/hnszf/hnyw/zwdt/201212/t20121210\\_4733059.html](http://www.hunan.gov.cn/hnszf/hnyw/zwdt/201212/t20121210_4733059.html).
- [3] 文细毛,付陈超,任南,等.湖南省细菌耐药监测网 2011 年度监测报告[J].中国感染控制杂志,2012,11(5):321-327.  
Wen XM, Fu CC, Ren N, et al. Hunan Provincial Bacterial Antimicrobial-Resistance Surveillance System: 2011 surveillance report[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2012, 11(5): 321-327.
- [4] 全国细菌耐药监测网.《全国细菌耐药监测网技术方案(2022 年版)》修订说明[EB/OL].(2022-04-06)[2022-11-25].<https://www.carss.cn/Notice/Details/823>. China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Revision explanation of *The technical plan for China Antimicrobial Resistance Surveillance System (2022 Edition)*[EB/OL].(2022-04-06)[2022-11-25].<https://www.carss.cn/Notice/Details/823>.
- [5] CLSI. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; M100, 32nd edition[S]. Malvern, PA, USA: CLSI, 2022.
- [6] FDA. Tigecycline-injection products[EB/OL].(2023-01-26)[2023-08-04].<https://www.fda.gov/drugs/development-resources/tigecycline-injection-products>.
- [7] Satlin MJ, Lewis JS, Weinstein MP, et al. Clinical and laboratory standards institute and European committee on antimicrobial susceptibility testing position statements on polymyxin B and colistin clinical breakpoints[J]. Clin Infect Dis, 2020, 71(9): e523-e529.
- [8] 卜黎红,朱以军,徐瑞龙,等.综合性医院 6 年血培养病原菌分布及耐药性变迁[J].中华医院感染学杂志,2010,20(14):2137-2140.  
Bu LH, Zhu YJ, Xu RL, et al. Distribution and drug resistant changing of pathogens in blood culture specimens: a survey of six years in a general hospital[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2010, 20(14): 2137-2140.
- [9] Goto M, Al-Hasan MN. Overall burden of bloodstream infection and nosocomial bloodstream infection in North America and Europe[J]. Clin Microbiol Infect, 2013, 19(6): 501-509.
- [10] Gilbert DN. Role of procalcitonin in the management of infected patients in the intensive care unit[J]. Infect Dis Clin North

- Am, 2017, 31(3):435 - 453.
- [11] 李小四, 范陈良, 吴晓燕. 嘉兴地区血流感染病原菌临床分布及耐药特性研究[J]. 中国抗生素杂志, 2016, 41(11): 878 - 880.
- Li XS, Fan CL, Wu XY. Clinical distribution and antibiotic resistance of pathogens isolated from bloodstream infections in Jiaxing[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2016, 41(11): 878 - 880.
- [12] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2014—2019 年血标本病原菌耐药性变迁[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(2): 124 - 133.
- China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Change in antimicrobial resistance of pathogens from blood specimens; surveillance report from China Antimicrobial Resistance Surveillance System in 2014 - 2019[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(2): 124 - 133.
- [13] Jung N, Rieg S. Essentials in the management of *S. aureus* bloodstream infection[J]. Infection, 2018, 46(4): 441 - 442.
- [14] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2020 年 CHINET 中国细菌耐药监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2021, 21(4): 377 - 387.
- Hu FP, Guo Y, Zhu DM, et al. CHINET surveillance of bacterial resistance: results of 2020[J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2021, 21(4): 377 - 387.
- [15] Osaki S, Kikuchi K, Moritoki Y, et al. Distinguishing coagulase-negative *Staphylococcus* bacteremia from contamination using blood-culture positive bottle detection pattern and time to positivity[J]. J Infect Chemother, 2020, 26(7): 672 - 675.
- [16] Atencia-Carrera MB, Cabezas-Mera FS, Tejera E, et al. Prevalence of biofilms in *Candida spp.* bloodstream infections: A Meta-analysis[J]. PLoS One, 2022, 17(2): e0263522.
- [17] Man MY, Shum HP, Chan YH, et al. Clinical predictors and outcomes of *Klebsiella pneumoniae* bacteraemia in a regional hospital in Hong Kong[J]. J Hosp Infect, 2017, 97(1): 35 - 41.
- [18] 丁艳苓, 姚婉贞, 宁永忠. 铜绿假单胞菌血流感染 27 例临床分析[J]. 中国感染与化疗杂志, 2013, 13(2): 81 - 85.
- Ding YL, Yao WZ, Ning YZ. Clinical analysis of bloodstream infections caused by *Pseudomonas aeruginosa* [J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2013, 13(2): 81 - 85.
- [19] Bassetti M, Vena A, Croxatto A, et al. How to manage *Pseudomonas aeruginosa* infections[J]. Drugs Context, 2018, 7: 212527.

(本文编辑:刘思娣、陈玉华)

**本文引用格式:**袁红霞, 蒋静, 陈丽华, 等. 湖南省细菌耐药监测网 2012—2021 年血标本分离细菌耐药性监测报告[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(8): 921 - 931. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20245433.

**Cite this article as:** YUAN Hong-xia, JIANG Jing, CHEN Li-hua, et al. Antimicrobial resistance of bacteria from blood specimens; surveillance report from Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021[J]. Chin J Infect Control, 2024, 23(8): 921 - 931. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20245433.