

·短篇论著·

维持性血液透析合并菌血症患者
病原菌分布及耐药性分析

刘鑫 闻萍 周阳 徐玲玲

【摘要】目的 探讨维持性血液透析(MHD)合并菌血症患者病原菌分布和细菌耐药情况。**方法** 回顾性分析2016年6月至2021年5月于南京医科大学第二附属医院肾脏病中心就诊的254例维持性血液透析合并菌血症患者的基本信息、病原菌种类以及药敏试验结果,使用SPSS 19.0软件进行分析,并对病原菌菌群变化采用Mann-Kendall趋势检验分析。**结果** 入组MHD合并菌血症患者中男性130例、女性124例,平均年龄为 (64.0 ± 13.0) 岁,合并糖尿病患者107例(42.1%);肾脏基础疾病、血管通路类型和感染原发病灶分别以慢性肾小球肾炎[126例(49.6%)]、中心静脉导管 [159例(62.6%)]和导管所致血流感染[121例(47.6%)]为主。入组患者累计分离出革兰阳性球菌175株(68.9%)、革兰阴性杆菌60株(23.6%)、真菌6株(2.4%)以及其他菌属13株(5.1%)。革兰阳性球菌群为本院MHD合并菌血症患者2016至2020年主要致病菌群,患病例数呈现显著的上升趋势($Z = 2.20, P = 0.03$);其中居前3位的依次为金黄色葡萄球菌[96株(54.9%)]、表皮葡萄球菌[32株(18.3%)]和人葡萄球菌[12株(6.9%)],对青霉素耐药率分别为90.6% (87/96)、100.0% (32/32)和100.0% (12/12);而对万古霉素和利奈唑胺均无耐药。革兰阴性杆菌中检出前3位分别为肺炎克雷伯菌肺炎亚种[19株(31.7%)]、大肠埃希菌[13株(21.7%)]和铜绿假单胞菌[8株(13.3%)],对氨苄西林耐药率分别为94.7% (18/19)、84.6% (11/13)和75.0% (6/8);肺炎克雷伯菌肺炎亚种对庆大霉素和妥布霉素耐药率较低,均为10.5% (2/19),大肠埃希菌和铜绿假单胞菌对哌拉西林/他唑巴坦和亚胺培南均未见耐药。**结论** 维持性血液透析患者菌血症以革兰阳性球菌感染为主,部分临床经验用抗菌药物出现不同程度的耐药性,应加强对该人群的细菌耐药性监测。

【关键词】 血液透析; 菌血症; 细菌耐药性

Distribution and drug resistance analysis of pathogenic bacteria in maintenance hemodialysis patients complicated with bacteraemia Liu Xin, Wen Ping, Zhou Yang, Xu Lingling. Center for Kidney Diseases, 2nd Affiliated Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210003, China

Corresponding author: Xu Lingling, Email: xulingling@njmu.edu.cn

【Abstract】Objective To investigate the bacterial distribution and drug resistance in maintenance hemodialysis (MHD) patients with bacteraemia. **Methods** The clinical basic information, pathogen types and drug sensitivity of 254 patients undergoing MHD complicated with bacteraemia in the Kidney Disease Center, 2nd Affiliated Hospital, Nanjing Medical University from June 2016 to May 2021 were analyzed, retrospectively. Statistical analysis was carried out by SPSS 19.0, and the changes of pathogenic bacteria was analyzed by Mann-Kendall trend test. **Results** Among the enrolled MHD patients complicated with bacteraemia, there were 130 cases of male and 124 cases of female, with the mean age of (64.0 ± 13.0) years old. And 107 (42.1%) patients with diabetes mellitus. Kidney-based disease, type of vascular pathway and primary infectious lesions were mainly chronic glomerulonephritis [126 (49.6%)], central venous catheter [159 (62.6%)] and catheter [121 (47.6%)], respectively. Total of 175 strains of Gram-positive cocci (68.9%), 60 (23.6%) strains of Gram-negative bacteria, 6 (2.4%) strains of fungi and 13 (5.1%) strains of other bacterial genera were isolated. Gram-positive coccus was the main pathogenic bacteria of MHD patients complicated with bacteraemia in our hospital from

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2022.03.008

基金项目: 江苏省自然科学基金面上项目 (No. BK20201497)

作者单位: 210003 南京市, 南京医科大学第二附属医院肾脏病中心

通信作者: 徐玲玲, Email: xulingling@njmu.edu.cn

June 2016 to May 2020, the number of patients showed a significant upward trend ($Z = 2.20$, $P = 0.03$); the top three strains were *Staphylococcus aureus* [96 strains (54.9%)], *Staphylococcus epidermidis* [32 strains (18.3%)] and *Staphylococcus hominis* [12 strains (6.9%)]; the resistance rates to penicillin were 90.6% (87/96), 100.0% (32/32) and 100.0% (12/12), respectively; but there was no resistance to either vancomycin or linezolid. Among the Gram-negative bacilli, the top three were *Klebsiella pneumoniae* subspecies [19 strains (31.7%)], *Escherichia coli* [13 strains (21.7%)] and *Pseudomonas aeruginosa* [8 strains (13.3%)]; the resistance rate to ampicillin were 94.7% (18/19), 84.6% (11/13) and 75.0% (6/8). The *Klebsiella pneumoniae* subspecies showed lower resistance rates to gentamicin and tobramycin, both were 10.5% (2/19); *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* showed no resistance to piperacillin/tazobactam and imipenem. **Conclusions** Bacteraemia in maintenance hemodialysis patients were mainly Gram-positive coccus. Different degree of drug resistance was found to some commonly used antibiotics based on clinical experience. Bacterial resistances monitoring should be strengthened.

【Key words】 Hemodialysis; Bacteraemia; Bacterial resistance

终末期肾脏病(end stage renal disease, ESRD)已成为危害全球健康的公共卫生问题,维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)仍是大多数ESRD患者首选的肾脏替代治疗方式^[1-2]。然而透析患者由于免疫功能低下、营养不良、中心静脉导管的使用、反复穿刺以及透析液或供液管路污染等因素,极易伴发各种感染^[3-4],其中菌血症是最为严重的感染方式之一^[5]。尿毒症患者作为高危人群,菌血症的患病率显著高于普通住院患者,患者预后不良^[6]。

本研究对2016年6月至2021年5月南京医科大学第二附属医院肾脏病中心收治的254例MHD合并菌血症患者的临床资料进行回顾性分析,对病原菌的菌群分布特征及其对常用抗菌药物的耐药率进行分析,旨在临床治疗提供用药依据并改善MHD患者的预后,报道如下。

资料与方法

一、研究对象

2016年6月至2021年5月入住本中心诊治的尿毒症合并菌血症患者(患者来源于门诊、住院及外院转入)累计254例。病例入组标准:①临床表现符合菌血症诊断标准;②患者均进行了双侧3瓶血培养,结果为阳性且被证实为同一菌属。研究经本中心伦理委员会批准{批号:[2018] KY第116号}。

二、研究方法:

1. 资料收集:记录每例患者年龄、性别、原发病诊断、透析血管通路、病原菌及药敏试验结果等资料。

2. 诊断标准:根据《医院感染诊断标准(试行)》^[7],体温(发热 $> 38^{\circ}\text{C}$ 或低体温 $< 36^{\circ}\text{C}$),伴或不伴有寒战,合并下列情况之一:①有入侵门户或迁徙病灶;②有全身中毒症状而无明显感染灶;③有皮疹或出血点、肝脾肿大、血液中性粒细胞增多伴核左移且无其他原因可解

释;④收缩压 $< 90\text{ mmHg}$ ($1\text{ mmHg} = 0.133\text{ kPa}$)或较原收缩压下降 $> 40\text{ mmHg}$ 。

在临床诊断基础上,血培养分离出病原微生物,诊断菌血症并入组。

3. 试剂与仪器:全自动连续性检测系统Bact/Alert3D血培养仪及配套血培养瓶,包括成人需氧中和抗菌药物培养瓶(FAN aerobic, FA)、成人厌氧中和抗菌药物培养瓶(FAN anaerobic, FN)和Vitek II微生物全自动鉴定仪均购自法国生物梅里埃公司。普通血平板、巧克力平板以及沙保罗平板均购于上海科玛嘉微生物技术有限公司。

4. 检测方法:应用抗菌药物前,严格按照无菌要求予以双侧3瓶血培养,其中需氧瓶2瓶(双侧肢体分别采血)、厌氧培养瓶1瓶(每瓶采血8~10 ml)。采集后立即注入血培养瓶并送实验室,实验室接收标本并编号、登记后,将血培养瓶置入Bact/Alert3D血培养仪中。仪器发出阳性报警时,将培养液接种于血平板及巧克力平板上于 35°C 培养或接种于沙保罗平板于 25°C 培养。待菌落形成后用Vitek II微生物全自动鉴定仪对病原菌进行鉴定。

5. 药敏试验:病原菌菌种确认后药物敏感性分析,由专业人员操作。采用纸片扩散法,结果判定参考美国临床和实验室标准协会(American Association for Clinical and Laboratory Standards, CLSI)标准^[8]。

三、统计学处理

应用SPSS 19.0统计软件对数据进行分析,计量资料中年龄呈正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,所有计数指标均采用[例(%)]表示。对病原菌菌群变化趋势行Mann-Kendall趋势检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

一、患者一般资料

本研究累计纳入MHD合并菌血症患者254例,其中男

性130例（51.2%），女性124例（48.8%）；年龄18~96岁，平均为（64.0 ± 13.0）岁。合并糖尿病患者107例（42.1%）。肾脏原发基础病以慢性肾小球肾炎为主（49.6%），其次为糖尿病肾病（26.4%）。原发感染灶以血管通路相关的血流感染者（导管+内瘘）为主，累计占比61.0%，其次为呼吸道感染（24.4%），其他基本资料见表1。

二、病原菌菌群分布及变化趋势

254例患者累计分离出革兰阳性球菌175株（68.9%）、革兰阴性杆菌60株（23.6%）、真菌6株（2.4%）以及其他菌属

13株（5.1%）。研究期间，本院革兰阳性球菌数目呈现显著上升趋势（ $Z=2.20$ 、 $P=0.03$ ）（图1）。

革兰阳性球菌中，金黄色葡萄球菌为主要菌群（54.9%），其次为表皮葡萄球菌及人葡萄球菌；革兰阴性杆菌中，肺炎克雷伯菌肺炎亚种为主要菌群，占比为31.7%，其次为大肠埃希菌及铜绿假单胞菌；真菌累计6株（2.4%），见表2。

三、所分离的革兰阳性球菌和革兰阴性杆菌对常用抗菌药物的耐药率

本研究中主要的革兰阳性球菌（金黄色葡萄球菌、

表 1 MHD 合并菌血症患者的一般资料

| 一般资料 | 数值 |
|-------------------------|-------------|
| 年龄（ $\bar{x} \pm s$ ，岁） | 64.0 ± 13.0 |
| 男性 [例（%）] | 130（51.2） |
| 糖尿病 [例（%）] | 107（42.1） |
| 肾脏基础病 [例（%）] | |
| 慢性肾小球肾炎 | 126（49.6） |
| 糖尿病肾病 | 67（26.4） |
| 多囊肾 | 13（5.1） |
| 高血压肾损害 | 18（7.1） |
| 肾恶性肿瘤 | 5（2.0） |
| 梗阻性肾病 | 7（2.8） |
| 不详 | 18（7.1） |
| 血管通路类型 [例（%）] | |
| 中心静脉导管 | 159（62.6） |
| 自体动静脉内瘘 | 70（27.6） |
| 人工血管内瘘 | 25（9.8） |
| 感染原发灶 [例（%）] | |
| 导管 | 121（47.6） |
| 呼吸道 | 62（24.4） |
| 内瘘（自体或人工血管） | 34（13.4） |
| 其他 | 22（8.7） |
| 原发感染灶不明 | 15（5.9） |

表 2 MHD 合并菌血症患者主要菌群

| 细菌 | 株（%） |
|------------|----------|
| 革兰阳性球菌 | |
| 金黄色葡萄球菌 | 96（54.9） |
| 表皮葡萄球菌 | 32（18.3） |
| 人葡萄球菌 | 12（6.9） |
| 头状葡萄球菌 | 8（4.6） |
| 溶血葡萄球菌 | 5（2.9） |
| 粪肠球菌 | 2（1.1） |
| 屎肠球菌 | 6（3.4） |
| 其他 | 15（8.6） |
| 革兰阴性杆菌 | |
| 肺炎克雷伯菌肺炎亚种 | 19（31.7） |
| 大肠埃希菌 | 13（21.7） |
| 铜绿假单胞菌 | 8（13.3） |
| 鲍曼不动杆菌 | 4（6.7） |
| 阴沟肠杆菌亚种 | 5（8.3） |
| 真菌 | |
| 近平滑假丝酵母菌 | 1（16.7） |
| 白假丝酵母菌 | 3（50.0） |
| 无名假丝酵母菌 | 1（16.7） |
| 隐球菌 | 1（16.7） |
| 其他 | 13（5.1） |

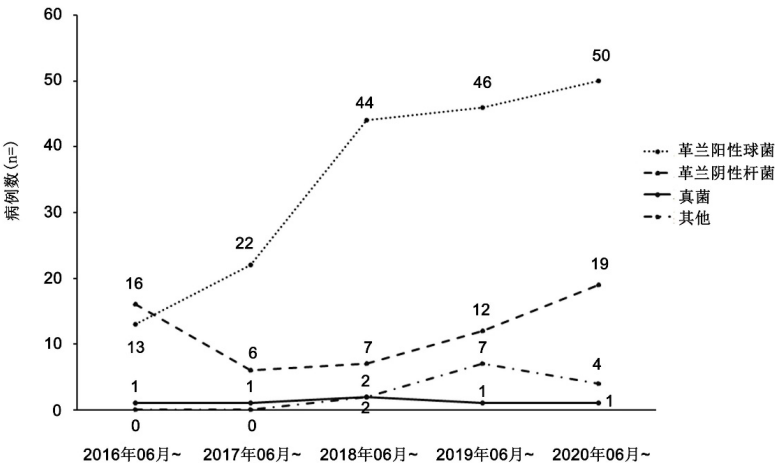


图1 2016至2020年MHD患者菌血症菌群分布

表皮葡萄球菌和人葡萄球菌)对青霉素的耐药率分别高达90.6%、100.0%和100.0%;对庆大霉素耐药率分别为6.2%、43.7%和8.3%,未检出耐万古霉素和利奈唑胺的革兰阳性球菌菌株。表皮葡萄球菌对多种药物耐药现象较其他菌群更为明显,除了对青霉素外,对苯唑西林和红霉素耐药率分别高达100.0%和91.7%(见表3)。

所分离的革兰阴性杆菌对氨苄西林耐药率最高,其中居前3位的肺炎克雷伯菌肺炎亚组、大肠埃希菌和铜绿假单胞菌对氨苄西林耐药率分别高达94.7%(18/19)、84.6%(11/13)和75.0%(6/8);肺炎克雷伯菌肺炎亚种对庆大霉

素和妥布霉素耐药率较低,均为10.5(2/19),大肠埃希菌和铜绿假单胞菌对哌拉西林/他唑巴坦和亚胺培南均未见耐药。见表4。

此外,共检出6株真菌,其中1株近平滑假丝酵母菌仅对两性霉素B敏感,对氟康唑、伏立康唑、两性霉素和伊曲康唑均耐药;其他菌株未出现对上述药物耐药现象。

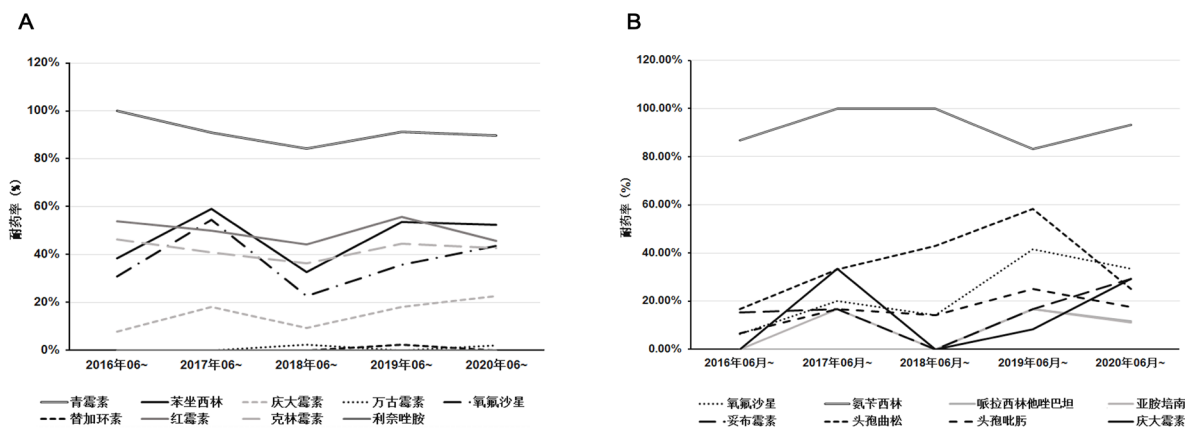
5年间不同菌群对常见抗菌药物的耐药性变化曲线如图2所示,但因本研究样本量较少,故两种主要菌群对药物的耐药率在不同年度存在较大差异,尚待进一步扩大样本量深入研究年度变化趋势。

表3 所分离主要革兰阳性球菌对常见抗菌药物的耐药性[株(%)]

| 抗菌药物 | 金黄色葡萄球菌 (<i>n</i> = 96) | 表皮葡萄球菌 (<i>n</i> = 32) | 人葡萄球菌 (<i>n</i> = 12) |
|-------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| 氧氟沙星 | 14 (14.6) | 25 (78.1) | 9 (75.0) |
| 庆大霉素 | 6 (6.2) | 14 (43.7) | 1 (8.3) |
| 青霉素 | 87 (90.6) | 32 (100.0) | 12 (100.0) |
| 苯唑西林 | 24 (25.0) | 30 (93.7) | 12 (100.0) |
| 万古霉素 | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 利奈唑胺 | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 替加环素 | 0 (0.0) | 1 (3.1) | 0 (0.0) |
| 复方新诺明 | 4 (4.2) | 16 (50.0) | 8 (66.7) |
| 红霉素 | 37 (38.5) | 19 (59.4) | 11 (91.7) |
| 克林霉素 | 35 (36.5) | 10 (31.2) | 9 (75.0) |
| 四环素 | 11 (11.5) | 6 (18.7) | 3 (25.0) |
| 莫西沙星 | 13 (13.5) | 24 (75.0) | 8 (66.7) |

表4 所分离主要革兰阴性杆菌对常见抗菌药物的耐药性[株(%)]

| 抗菌药物 | 肺炎克雷伯菌肺炎亚种 (19株) | 大肠埃希菌 (13株) | 铜绿假单胞菌 (8株) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|
| 氧氟沙星 | 3 (15.8) | 9 (69.2) | 1 (12.5) |
| 庆大霉素 | 2 (10.5) | 5 (38.5) | 1 (12.5) |
| 氨苄西林 | 18 (94.7) | 11 (84.6) | 6 (75.0) |
| 哌拉西林/他唑巴坦 | 3 (15.8) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 头孢曲松 | 3 (15.8) | 7 (53.8) | 4 (50.0) |
| 头孢吡肟 | 3 (15.8) | 3 (23.0) | 0 (0) |
| 头孢他啶 | 3 (15.8) | 2 (15.4) | 1 (12.5) |
| 复方新诺明 | 5 (26.3) | 7 (53.8) | 4 (50.0) |
| 亚胺培南 | 3 (15.8) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 妥布霉素 | 2 (10.5) | 6 (46.2) | 3 (37.5) |



注: A: 革兰阳性球菌, B: 革兰阴性菌

图2 5年间不同菌群耐药性变化趋势

讨 论

自20世纪90年代,全球维持性血液透析人数急剧增加^[9]。尽管随着医疗技术的进步,ESRD患者的总体住院率有所下降,但感染相关的住院率仍持续偏高^[10]。血流感染与MHD患者的不良预后呈显著正相关,有文献报道,因菌血症导致的MHD患者年病死率较普通人群高100~300倍^[11],并成为该群体常见死亡原因之一。

既往研究显示,血管通路相关感染是MHD合并菌血症患者最常见的原发感染灶^[12];与以自体或人工动静脉内瘘作为长期血管通路的患者相比,中心静脉导管置入患者的菌血症风险显著升高^[13-14]。本研究也显示导管相关血流感染是透析患者菌血症的主要原因,约占47.6%(121/254)。

与既往研究结果类似,革兰阳性球菌仍是MHD患者合并菌血症最为主要的病原菌^[15],其中金黄色葡萄球菌最为常见,感染途径以经局部皮肤及导管为主^[16-17]。鉴于患者常合并多种基础疾病、抵抗力差、营养状态不良、侵袭性治疗(体内置管等)及反复使用抗菌药物等原因,MHD患者菌血症时菌群耐药现象较普通人群更为严峻^[18-19]。McCann等^[20]指出MHD患者耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA)发病率可较普通人群高约100倍,本研究累计检出MRSA致病菌20株(8%)。与其他球菌相比,表皮葡萄球菌对部分临床常用抗菌药物耐药现象更为严重,但仍对利奈唑胺及万古霉素全敏感。目前对于重症患者的经验性治疗仍以万古霉素居多^[21-22],而临床中万古霉素的广泛使用,使其耐药的金黄色葡萄球菌以及其他肠球菌发病率逐渐增高^[23],本研究中发现耐万古霉素球菌2株。目前万古霉素仍然是临床治疗葡萄球菌和肠球菌感染的保留药物,但仍需加强对万古霉素的用量监管,预防耐药菌株的出现。

多项研究显示,近年来菌血症的病原体中革兰阴性杆菌比例逐渐增加,可达约25%,其中肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌等为主要优势菌群^[24-25],除常见以肠道或泌尿道为首发感染灶外^[26],一旦考虑合并透析通路相关感染者,其死亡风险明显增加^[14]。本研究中,肺炎克雷伯菌肺炎亚种作为革兰阴性杆菌中的主要病原体,对哌拉西林/他唑巴坦、亚胺培南、庆大霉素等常用药的敏感率均分别为84.2%、84.2%和89.5%。但革兰阴性杆菌的多耐药菌现象仍不容忽视,近年来ESBLs阳性的大肠埃希菌群及耐碳青霉烯菌群的检出率呈现上升趋势^[27-28]。碳青霉烯类抗菌药物是治疗多重耐药肠杆菌科细菌感染的最有效药物之一,本研究并未发现耐碳青霉烯类大肠埃希菌,但耐碳青霉烯肺炎克雷伯菌肺炎亚种则高达15.8%。由于碳青霉烯酶的产生,CRE菌株对多数常用抗菌药物呈现高度耐药,将会导致患者无药可用,临床中更应该高度重视,预防耐药菌株的出现。但不论是革兰阴性杆菌还是革兰阳性球菌,对庆大霉素的敏感性均高于56%。因此,在针对MHD患者菌血症的诊治过程中,尤其对于放置中心静脉导管的患者,庆大霉素封管仍值得推荐^[29]。

综上,菌血症作为临床常见危重疾病,无论是革兰阳性球菌还是革兰阴性杆菌,部分经验性抗菌药物均出现不同程度的耐药,应加强对MHD合并菌血症患者病原学及其耐药性的监测。而本研究通过对本中心菌血症透析人群病原菌及药物敏感性的调查,有助于了解相关病原菌的流行病学情况,为菌血症治疗提供一定参考。

参 考 文 献

- [1] Liyanage T, Ninomiya T, Jha V, et al. Worldwide access to treatment for end-stage kidney disease: a systematic review[J]. *Lancet*, 2015,385(9981):1975-1982.
- [2] 向健,王俊.血液透析患者透析前感染性疾病标志物检测的临床意义[J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*,2016,10(1):90-92.

- [3] Syed-Ahmed M, Narayanan M. Immune dysfunction and risk of infection in chronic kidney disease[J]. *Adv Chronic Kidney Dis*,2019,26(1):8-15.
- [4] Rteil A, Kazma JM, El Sawda J, et al. Clinical characteristics, risk factors and microbiology of infections in patients receiving chronic hemodialysis[J]. *J Infect Public Health*,2020,13(8):1166-1171.
- [5] 蒋玲, 陆鹏, 侯娟, 等. 糖尿病肾病和非糖尿病肾病维持性血液透析并发感染者的病原菌分布, 预后及影响因素[J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*,2020,14(6):467-472.
- [6] Fysaraki M, Samonis G, Valachis A, et al. Incidence, clinical, microbiological features and outcome of bloodstream infections in patients undergoing hemodialysis[J]. *Int J Med Sci*,2013,10(12):1632-1638.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[EB/OL]. 2001. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3593/200804/e19e4448378643a09913cfc2a055c79d.shtml>.
- [8] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: 25th informational supplement. CLSI document M100-S25[M]. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute,2015.
- [9] Chan CT, Blankestijn PJ, Dember LM, et al. Dialysis initiation, modality choice, access, and prescription: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference[J]. *Kidney Int*,2019,96(1):37-47.
- [10] Chavers BM, Solid CA, Gilbertson DT, et al. Infection-related hospitalization rates in pediatric versus adult patients with end-stage renal disease in the United States[J]. *J Am Soc Nephrol*,2007,18(3):952-959.
- [11] Sarnak MJ, Jaber BL. Mortality caused by sepsis in patients with end-stage renal disease compared with the general population[J]. *Kidney Int*,2000,58(4):1758-1764.
- [12] Alhazmi SM, Noor SO, Alshamrani MM, et al. Bloodstream infection at hemodialysis facilities in Jeddah: a medical record review[J]. *Ann Saudi Med*,2019,39(4):258-264.
- [13] Kumber L, Yee J. Current concepts in hemodialysis vascular access infections[J]. *Adv Chronic Kidney Dis*,2019,26(1):16-22.
- [14] Crowe K, White B, Khanna N, et al. Epidemiology of bloodstream infections in a Scottish haemodialysis population with focus on vascular access method[J]. *J Hosp Infect*,2021,110:37-44.
- [15] Nguyen DB, Shugart A, Lines C, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) dialysis event surveillance report for 2014[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*,2017,12(7):1139-1146.
- [16] Vandecasteele SJ, Boelaert JR, De Vriese AS. *Staphylococcus aureus* infections in hemodialysis: what a nephrologist should know[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*,2009,4(8):1388-1400.
- [17] Chaudry MS, Gislason GH, Kamper AL, et al. Increased risk of *Staphylococcus aureus* bacteremia in hemodialysis-A nationwide study[J]. *Hemodial Int*,2019,23(2):230-238.
- [18] Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for preventing transmission of infections among chronic hemodialysis patients[J]. *MMWR Recomm Rep*,2001,50(RR-5):1-43.
- [19] Rodrigues Pires de Campos L, Farrel Cortes M, Deo B, et al. Risk factors for bloodstream infection by multidrug-resistant organisms in critically ill patients in a reference trauma hospital[J]. *Am J Infect Control*. 2021. [Published online ahead of print].
- [20] McCann M, Clarke M, Mellotte G, et al. Vascular access and infection prevention and control: a national survey of routine practices in Irish haemodialysis units[J]. *Clin Kidney J*,2013,6(2):176-182.
- [21] Vascular Access Work G. Clinical practice guidelines for vascular access[J]. *Am J Kidney Dis*,2006,48(Suppl 1):S176-S247.
- [22] Vascular Access Work G. Clinical practice guidelines for vascular access[J]. *Am J Kidney Dis*,2006,48(Suppl 1):S248-S273.
- [23] Fernandez-Hidalgo N, Almirante B, Calleja R, et al. Antibiotic-lock therapy for long-term intravascular catheter-related bacteraemia: results of an open, non-comparative study[J]. *J Antimicrob Chemother*,2006,57(6):1172-1180.
- [24] Mandolfo S, Anesi A, Rognoni V. The epidemiology of central venous catheter-related bloodstream infection in our renal units is changing[J]. *J Vasc Access*,2022,23(2):328-329.
- [25] Murray EC, Marek A, Thomson PC, et al. Gram-negative bacteraemia in haemodialysis[J]. *Nephrol Dial Transplant*,2015,30(7):1202-1208.
- [26] Shimon O, Green H, Eliakim-Raz N, et al. Gram-negative bloodstream infections in hemodialysis patients: A retrospective study[J]. *Clin Nephrol*,2018,90(2):117-124.
- [27] Snyder GM, D'Agata EM. Novel antimicrobial-resistant bacteria among patients requiring chronic hemodialysis[J]. *Curr Opin Nephrol Hypertens*,2012,21(2):211-215.
- [28] Vanegas JM, Salazar-Ospina L, Roncancio GA, et al. Post-antibiotic era in hemodialysis? Two case reports of simultaneous colonization and bacteremia by multidrug-resistant bacteria[J]. *J Bras Nefrol*,2021,43(4):597-602.
- [29] Hussein WF, Gomez N, Sun SJ, et al. Use of a gentamicin-citrate lock leads to lower catheter-related bloodstream infection rates and reduced cost of care in hemodialysis patients[J]. *Hemodial Int*,2021,25(1):20-28.

(收稿日期: 2021-08-16)

(本文编辑: 孙荣华)

刘鑫, 闻萍, 周阳, 等. 维持性血液透析合并菌血症患者病原菌分布及耐药性分析[J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*, 2022,16(3):192-197.