

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2020.22.013

2018—2019 年血流感染病原菌的分布及耐药性分析

苏爱美

新汶矿业集团莱芜中心医院检验科, 山东莱芜 271103

摘要:**目的** 了解该院 2018 年 1 月至 2019 年 12 月血流感染病原菌的分布和耐药性, 指导临床合理用药。**方法** 采用全自动血培养仪对临床标本进行病原菌培养。血培养阳性的标本用全自动微生物鉴定仪进行菌种鉴定, 采用纸片扩散法和仪器法进行药敏试验, 用 WHONET 5.6 作回顾性分析。**结果** 从 3 928 例血培养标本中共分离出非重复病原菌 319 株, 阳性率为 8.1%。其中, 革兰阴性菌 186 株(58.3%), 革兰阳性菌 123 株(38.6%), 真菌 10 株(3.1%)。在检出的病原菌中所占比例排前 5 位为大肠埃希菌(21.0%)、肺炎克雷伯菌(11.3%)、表皮葡萄球菌(9.4%)、金黄色葡萄球菌(7.8%)和铜绿假单胞菌(6.3%)。真菌检出的类型以白色假丝酵母菌为主。大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗菌药物、阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦耐药率较低, 均<10.0%, 对氨苄西林、头孢唑啉耐药率较高, 均>60.0%; 大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌对亚胺培南的耐药率分别为 3.0%、5.6%, 对美罗培南的耐药率分别为 1.5%、5.6%。铜绿假单胞菌对亚胺培南和美罗培南的耐药率分别为 10.0%、5.0%, 对其他抗菌药物耐药率<30.0%; 表皮葡萄球菌和金黄色葡萄球菌对克林霉素、红霉素和青霉素 G 的耐药率较高, 均>65.0%, 对莫西沙星、利福平和喹诺酮类比较敏感, 对万古霉素和利奈唑胺无耐药。**结论** 该院血培养分离的病原菌种类多样, 以革兰阴性杆菌为主, 对常用抗菌药物表现出不同的耐药性。临床应重视血培养及药敏试验, 根据药敏检测结果, 科学合理应用抗菌药物。

关键词: 血培养; 药敏试验; 抗菌药物

中图法分类号: R446.5

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2020)22-3270-05

Pathogens distribution and drug resistance analysis in bloodstream infection from 2018 to 2019

SU Aimei

Clinical laboratory, Laiwu Center Hospital of Xinwen Mining Group, Laiwu, Shandong 271103, China

Abstract:**Objective** To analyze the distribution characteristics and drug resistance of bloodstream infection pathogens in hospital from from Jan. 2018 to Dec. 2019, so as to provide basis for the selection of antibacterial drugs for bloodstream infection. **Methods** Blood samples were cultured by automated systems were used for bacteria identification. Antimicrobial susceptibility was tested by using Kirby-Bauer method and BD PhoenixTM 100. WHONET5.6 was used for retrospective analysis. **Results** The positive rate of non-repeated pathogenic bacteria in blood culture was 8.1% (319/3 928), which included 186 (58.3%) strains of Gram-negative bacilli, 123 (38.6%) strains of Gram-positive cocci and 10 (3.1%) strains of fungi. The top five pathogens isolated from blood samples were Escherichia coli (21.0%), Klebsiella pneumoniae (11.3%), Staphylococcus epidermidis (9.4%), Staphylococcus aureus (7.8%) and Pseudomonas aeruginosa (6.3%). Candida albicans was the main fungal infection pathogen. Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae had lower drug resistance rate against carbapenems, amikacin, piperacillin/tazobactam which was lower than 10.0%. The drug resistance rate of Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae against ampicillin, cefazolin and were higher than 60.0%. Resistance rates of Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae to imipenem were 3.0% and 5.6%. Resistance rates of Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae to meropenem were 1.5% and 5.6%. Resistance rates of Pseudomonas aeruginosa to imipenem and meropenem were 10.0% and 5.0%, while the drug resistance rate against other common antibacterial drugs were lower than 30.0%. Staphylococcus aureus and Staphylococcus epidermidis was resistant to clindamycin, erythromycin, penicillin G (resistance rate>65.0%) and sensitive to moxifloxacin, rifampicin and quinolones. No staphylococcal strains were found resistant to vancomycin or linezolid. **Conclusion** Bacterial species isolated from blood cultures diversified in the hospital from 2018 to 2019 and the pathogens are mainly gram-negative bacteria which have different resistance to common antibiotics. Clinical attention should be paid to blood culture, and scientifically and rationally use anti-

biotics according to the results of antimicrobial susceptibility testing.

Key words: blood cultivation; drug sensitivity test; antibiotics

血流感染(BSI)是指各种病原微生物入侵机体血液循环系统,生长并释放毒素及代谢产物,诱导炎症因子释放而引发的严重感染性疾病^[1]。诊断 BSI 的重要依据是血培养^[2]。近几年,随着临床广谱抗菌药物及大剂量激素的广泛使用,BSI 的数量及其病原菌种类呈现逐年增加趋势^[3],因此,及时了解 BSI 中病原菌的耐药情况对早期有效地进行抗菌治疗有非常重要的价值。笔者对本院 2018—2019 年的 3 928 例血培养结果进行了分析,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 3 928 例血培养标本为 2018—2019 年本院临床各科室送检的发热患者血液标本,剔除同一患者重复培养鉴定的相同菌株,分离出 319 株病原菌。

1.2 仪器与试剂 血培养采用美国 BD 公司 BACTECTM FX40 型全自动血培养仪及配套血培养瓶,细菌鉴定和药敏试验采用 BD 公司 Phoenix™ 100 全自动微生物鉴定及药敏分析仪和配套的革兰阴性(G⁻)菌 NMIC/ID-4、革兰阳性(G⁺)菌 PMIC/ID-55 和链球菌 SMIC/ID-2 鉴定/药敏复合板,真菌菌株鉴定和药敏试验分别用法国生物梅里埃公司的 API 20C AUX 型细菌鉴定条及 ATB 型药敏测试盒。

1.3 方法 在患者寒战或者高热时,无菌采集静脉血(成人 8~10 mL、儿童 1~3 mL)注入血培养瓶,成人患者采集双侧双瓶共 4 瓶(其中 2 瓶为需氧培养瓶,2 瓶为厌氧培养瓶),儿童血培养只采 1 瓶儿童瓶。置于全自动血培养仪进行培养,仪器报警阳性时,记录报警时间及瓶数,立即涂片行革兰染色,根据结果转种于郑州安图生物工程公司生产的相应平板上。对产超广谱 β-内酰胺酶(ESBL)菌株和耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)、耐甲氧西林表皮葡萄球菌(MRSE)采用全自动微生物分析仪进行确证。药敏结果参照 2017 美国临床和实验室标准协会(CLSI)的标准进行判定^[4]。每周严格地使用标准菌株统一进行室内质量控制,确保所有结果的可靠性。

1.4 统计学处理 采用 WHONET5.6 软件进行统计分析。

2 结果

2.1 血培养病原菌的分离率及菌株构成 2018—2019 年本院的 3 928 例血培养标本中分离得到病原菌 319 株,阳性率为 8.1%。其中 G⁻ 菌占 58.3%(186/319),G⁺ 菌占 38.6%(123/319),真菌占 3.1%(10/319)。检出病原菌所占比例排前 5 位的是大肠埃希菌(21.0%)、肺炎克雷伯菌(11.3%)、表皮葡萄球菌(9.4%)、金黄色葡萄球菌(7.8%)和铜绿假单胞

菌(6.3%),见表 1。

表 1 2018—2019 年检出病原菌的构成		
病原菌类型	n	构成比(%)
G ⁻ 杆菌	186	58.3
大肠埃希菌	67	21.0
肺炎克雷伯菌	36	11.3
铜绿假单胞菌	20	6.3
鲍曼不动杆菌	12	3.8
阴沟肠杆菌	10	3.1
产气肠杆菌	9	2.8
粘质沙雷菌	7	2.2
摩氏摩根菌	6	1.9
嗜水气单胞菌	5	1.6
奇异变形杆菌	4	1.2
嗜麦芽窄食假单胞菌	4	1.2
其他 G ⁻ 杆菌	6	1.9
G ⁺ 球菌	123	38.6
表皮葡萄球菌	30	9.4
金黄色葡萄球菌	25	7.8
粪肠球菌	15	4.7
溶血葡萄球菌	13	4.1
人葡萄球菌	12	3.8
尿肠球菌	11	3.4
化脓链球菌	7	2.2
无乳链球菌	6	1.9
其他 G ⁺ 球菌	4	1.3
真菌	10	3.1
白假丝酵母菌	9	2.8
近平滑假丝酵母菌	1	0.3
合计	319	100.0

2.2 病原菌的科室分布 送检量排前 5 位的科室为心胸外科(502 例)、ICU(477 例)、泌尿外科(472 例)、消化内科(426 例)、血液科(398 例)。阳性检出率排前 5 位的科室是肿瘤科(13.4%)、呼吸内科(12.9%)、ICU(12.6%)、消化内科(8.9%)、泌尿外科(8.3%)。见表 2。

表 2 血培养检出病原菌的科室分布				
科室名称	送检标本数 (n)	检出数 (n)	检出率 (%)	检出构成比 (%)
ICU	477	60	12.6	18.8
肿瘤科	389	52	13.4	16.3
呼吸内科	319	41	12.9	12.9

续表 2 血培养检出病原菌的科室分布				
科室名称	送检标本数 (n)	检出数 (n)	检出率 (%)	检出构成比 (%)
泌尿外科	472	39	8.3	12.2
消化内科	426	38	8.9	11.9
心胸外科	502	33	6.6	10.4
血液科	398	24	6.0	7.5
神经内科	247	12	4.9	3.8
心血管科	308	10	3.2	3.1
其他科室	390	10	2.6	3.1
总计	3 928	319	8.1	100.0

2.3 主要 G⁻ 杆菌的耐药性 检出病原菌中,所占比

表 3 2018—2019 年主要 G⁻ 杆菌对抗菌药物的耐药率[n(%)]

抗菌药物	大肠埃希菌(n=67)		肺炎克雷伯菌(n=36)		铜绿假单胞菌(n=20)	
	耐药	敏感	耐药	敏感	耐药	敏感
亚胺培南	2(3.0)	65(97.0)	2(5.6)	34(94.4)	2(10.0)	18(90.0)
美罗培南	1(1.5)	66(98.5)	2(5.6)	34(94.4)	1(5.0)	19(95.0)
厄他培南	1(1.5)	66(98.5)	1(2.8)	35(97.2)	—	—
氨曲南	30(44.8)	36(53.7)	13(36.1)	21(58.3)	6(30.0)	13(65.0)
妥布霉素	17(25.4)	46(68.7)	10(27.8)	26(72.2)	5(25.0)	13(65.0)
阿米卡星	3(4.5)	64(95.5)	2(5.6)	33(91.7)	3(15.0)	16(80.0)
庆大霉素	29(43.3)	36(53.7)	14(38.9)	20(55.6)	5(25.0)	15(75.0)
氨苄西林	58(86.6)	19(13.4)	—	—	—	—
氨苄西林/舒巴坦	32(47.8)	35(52.2)	15(41.7)	21(58.3)	—	—
哌拉西林	21(31.3)	45(67.1)	9(25.0)	25(69.4)	4(20.0)	16(80.0)
哌拉西林/他唑巴坦	5(7.5)	62(92.5)	3(8.3)	33(91.7)	3(15.0)	17(85.0)
阿莫西林/克拉维酸钾	9(13.4)	58(86.6)	8(22.2)	28(77.8)	—	—
头孢唑啉	47(70.1)	17(25.4)	23(63.9)	10(27.8)	—	—
头孢呋辛	38(56.7)	23(34.3)	17(47.2)	17(47.2)	—	—
头孢噻肟	27(40.3)	26(38.8)	14(38.9)	18(50.0)	—	—
头孢他啶	13(19.4)	54(80.6)	9(25.0)	26(72.2)	4(20.0)	16(80.0)
头孢吡肟	12(17.9)	52(77.6)	5(13.9)	28(77.8)	3(15.0)	17(85.0)
复方磺胺甲噁唑	38(56.7)	25(37.3)	13(36.1)	20(55.6)	—	—
四环素	38(56.7)	29(43.3)	15(41.7)	20(55.6)	—	—
氯霉素	22(32.8)	45(67.1)	9(25.0)	22(61.1)	—	—
环丙沙星	36(53.7)	31(46.3)	12(33.3)	24(66.7)	5(25.0)	15(75.0)
左氧氟沙星	30(44.8)	37(55.2)	10(27.8)	26(72.2)	4(20.0)	16(80.0)

注:—表示天然耐药。

2.4 主要 G⁺ 球菌的耐药性 检出病原菌中,所占比例排前 2 位的 G⁺ 球菌为表皮葡萄球菌(占 9.4%)和金黄色葡萄球菌(占 7.8%)。MRSE 占检出表皮葡萄球菌 50.0%(15/30); MRSA 占检出金黄色葡萄球菌的 32%(8/25)。金黄色葡萄球菌对氨基糖苷类、喹诺酮类抗菌药物以及利福平、复方磺胺甲噁唑的耐药率

例排前 3 位的 G⁻ 杆菌是大肠埃希菌(21.0%)、肺炎克雷伯菌(11.3%)及铜绿假单胞菌(6.3%)。产 ES-BL 大肠埃希菌占检出大肠埃希菌的 44.8%(30/67); 产 ESBL 肺炎克雷伯菌占检出肺炎克雷伯菌的 22.2%(8/36)。大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗菌药物、阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦耐药率低,均<10.0%;对氨苄西林、头孢唑啉耐药率高,均>60.0%;对亚胺培南的耐药率分别为 3.0%(2/67)、5.6%(2/36),对美罗培南的耐药率分别为 1.5%(1/67)、5.6%(2/36)。铜绿假单胞菌对亚胺培南和美罗培南耐药率分别为 10.0%(2/20)、5.0%(1/20),对其他抗菌药物的耐药率均<30.0%。见表 3。

较低,均<25.0%。表皮葡萄球菌整体耐药率大于金黄色葡萄球菌,见表 4。
2.3 真菌的耐药性 检出的 10 株真菌中白色假丝酵母菌占 2.8%(9/10)。检出的真菌对氟康唑、伏立康唑、氟胞嘧啶、两性霉素 B 和伊曲康唑均敏感,无耐药。

表 4 2018—2019 年主要 G⁺ 球菌对抗菌药物的耐药率[n(%)]

抗菌药物	表皮葡萄球菌(n=30)		金黄色葡萄球菌(n=25)	
	耐药	敏感	耐药	敏感
万古霉素	0	30(100.0)	0	25(100.0)
利奈唑胺	0	30(100.0)	0	25(100.0)
替考拉宁	0	30(100.0)	0	25(100.0)
青霉素	26(86.7)	4(13.3)	23(92.0)	2(8.0)
克林霉素	20(66.7)	10(33.3)	18(72.0)	7(28.0)
红霉素	23(76.7)	7(23.3)	20(66.7)	10(33.3)
庆大霉素	5(16.7)	25(83.3)	4(16.0)	21(84.0)
苯唑西林	15(50.0)	15(50.0)	8(32.0)	17(68.0)
环丙沙星	8(26.7)	22(73.3)	4(16.0)	19(84.0)
左氧氟沙星	6(20.0)	24(80.0)	3(12.0)	22(88.0)
四环素	8(26.7)	22(73.3)	6(24.0)	19(76.0)
莫西沙星	4(13.3)	26(86.7)	2(8.0)	23(92.0)
复方磺胺甲噁唑	7(23.3)	23(76.7)	5(20.0)	20(80.0)
利福平	4(13.3)	26(86.7)	4(16.0)	21(84.0)

3 讨 论

BSI 是一种严重威胁人类健康的感染性疾病,尤其是耐药菌的 BSI 具有非常高的病死率^[5-6]。因此,了解 BSI 患者的临床分布及病原菌谱和细菌耐药性规律,可以为经验用药提供依据,对 BSI 患者的有效治疗有指导意义。

本院 2018—2019 年血培养病原菌的监测结果显示,病原菌种类多、分布广,检出率为 8.1%,高于刘玉玲等^[7]4.8%的检出率和本院 2013—2015 年 6.13%的检出率^[8],低于陈俊等^[9]报道的 14.54%。分析原因,可能与采血量、送检套数和采血时机等因素有关。本院检验科还需继续加强与临床的沟通,严格执行血培养双侧双瓶采血制度,切实提升血培养的送检数量和质量。检出的病原菌主要分布在肿瘤科(13.4%)、呼吸内科(12.9%)、ICU(12.6%)。有研究表明,机体免疫力低下、侵袭性诊疗增多并有严重基础疾病是 BSI 的主要危险因素,老年、住院时间延长、免疫功能低下的患者更易发生 BSI^[10]。上述 3 个科室的患者均存在以上危险因素,因此,需要加强这些患者的监护管理,积极治疗原发病灶,尽可能避免或减少由原发感染性疾病引起的 BSI。本研究中,G⁻ 菌占 58.3%(186/319)、G⁺ 菌占 38.6%(123/319),与马红等^[11]的研究一致;而于梦等^[12]报道检出的病原菌以 G⁺ 菌为主,与本研究的结果不同,可能与地域、用药情况及患者类型不同有关。检出的 G⁻ 菌以大肠埃希菌最为常见,DAGA 等^[13]认为,33.3%的感染死亡与大肠埃希菌菌血症有关,且患者年龄在 60~75 岁,腹腔来源的菌血症为发生严重感染的危险因素。

近年来伴随三代头孢类抗菌药物的普遍应用,产 ESBL 的 G⁻ 菌检出率日益增加,G⁻ 菌的耐药率也不断提高。ESBL 是水解三代头孢类抗菌药物最常见的酶。本研究检出的大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌中,ESBL 株分别占 44.8%、22.2%,对头孢噻肟耐药率分别达到了 40.3%、38.9%。因此临床治疗以上 2 种细菌的感染时,一方面要警惕产 ESBL 菌株及其造成的耐药情况;另一方面医院要采取有效举措,遏制 ESBL 菌在院内的播散与流行。大肠埃希菌对于妥布霉素、头孢他啶、阿莫西林/克拉维酸、头孢吡肟的耐药率均<30.0%,对于阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦、碳青霉烯类药物的耐药率均<10.0%。上述几种药物可以作为大肠埃希菌 BSI 的经验用药,而重症患者的抢先治疗往往需用到碳青霉烯类抗菌药^[14]。肺炎克雷伯菌的药物敏感性与大肠埃希菌相似,用于大肠埃希菌的经验用药首选药物也可以用于肺炎克雷伯菌的治疗,其次也可以考虑哌拉西林、左氧氟沙星(耐药率均<30.0%)。大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗菌药物亚胺培南的耐药率分别为 3.0%、5.6%,相比本院 2013—2015 年的耐药率(0)有所上升,并且肺炎克雷伯菌的耐药性高于大肠埃希菌,这可能与碳青霉烯类抗菌药物长期以来被用于治疗肺炎克雷伯菌感染且大量应用有关^[15]。耐碳青霉烯类抗菌药物肠杆菌的耐药机制主要为产碳青霉烯酶、外膜蛋白表达缺失、外排泵高表达和抗菌药物作用靶位的改变^[16-17];治疗其导致的感染时,可用的抗菌药物有限,一般仅对替加环素、多黏菌素敏感性高,因此应联合用药^[18]。铜绿假单胞菌对大多数抗菌药物保持了较低的耐药率,均<30.0%,对亚胺培南和美罗培南耐药率均为 5.0%,这可能与近几年碳青霉烯类抗菌药物的大量、不合理应用,以及铜绿假单胞菌对其的复杂耐药机制有关。铜绿假单胞菌的耐药机制除了产碳青霉烯酶外,还有细菌药物外排泵的高表达、菌体生物膜形成、细胞外膜通透性的改变等^[19]。BSI 患者的病原菌为铜绿假单胞菌,可根据药敏试验结果选用有效的抗菌药物。

2018—2019 年本院血培养检出的金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌对青霉素、红霉素、克林霉素耐药率均>60.0%,因此,不推荐将这些药物作为经验用药;宜选用的药物包括利福平、庆大霉素、左氧氟沙星、环丙沙星、四环素,耐药率均<30.0%,其中利福平和四环素不能单独应用于临床,应联合用药。以上 2 种菌对利奈唑胺、万古霉素、替考拉宁均全敏感,临床上选用这 3 种药物可覆盖大部分 G⁺ 球菌。耐甲氧西林葡萄球菌(MRS)的感染会导致多重耐药,进一步加大重症患者死亡风险。本研究中,MRSE 占检出表皮葡萄球菌的 50.0%(15/30);MRSA 占检出金黄色葡萄球菌的 32%(8/25)。目前,在国际上已有耐万古霉素葡

萄球菌的报道,在我国尚未发现,但已有异质性万古霉素耐药葡萄球菌的检出,因而要高度警觉,合理应用该药,防止产生耐药菌株。对于表皮葡萄球菌是致病菌还是污染菌,目前缺乏判断的金标准,需要结合报告阳性时间、瓶数、是否有发热以及炎性指标(PCT、CRP 等)多方面进行判断。

本研究中,真菌的构成比为 3.1%,高于刘艳君等^[20]报道的 1.1%。近年来随着抗菌药物、免疫抑制剂的大量应用、静脉置管的增多,真菌的感染率越来越高,由此引起的 BSI 已不容忽视。检出的真菌对常用抗真菌药物全都敏感,都可用于经验治疗。

综上所述,BSI 病原菌种类众多、耐药性不尽相同。临床应重视血培养标本的送检,根据药敏试验结果选择有效的抗菌药物,降低 BSI 的病死率,提高治疗效果。

参考文献

- [1] PEKER N, COUTO N, SINHA B, et al. Diagnosis of blood-stream infections from positive blood cultures and directly from blood samples; recent developments in molecular approaches[J]. Clin Microbiol Infect, 2018, 24(9): 944-955.
- [2] KIRN T J, WEINSTEIN M P. Update on blood cultures: how to obtain, process, report, and interpret[J]. Clin Microbiol Infect, 2013, 19(6): 513-520.
- [3] 陈森, 江唯波, 韩贤达, 等. 2014—2017 年医院血流感染病原菌分布及耐药性变迁[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(23): 3532-3535.
- [4] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: M100-S27[S]. Wayne, PA: CLSI, 2017.
- [5] LODISE TP, ZHAO Q, FAHRBACH K, et al. A systematic review of the association between delayed appropriate therapy and mortality among patients hospitalized with infections due to *Klebsiella pneumoniae* or *Escherichia coli*: how long is too long[J]. BMC Infect Dis, 2018, 18(1): 625-636.
- [6] TAURIAINEN T, KINNUNEN EM, LAITINEN I, et al. Transfusion and blood stream infections after coronary surgery[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2018, 26(2): 325-327.
- [7] 刘玉玲, 司徒经纬, 黎莉, 等. 945 例血流感染的病原菌分布及药敏分析[J]. 检验医学与临床, 2019, 16(15): 2147-2150.
- [8] 魏绍春, 苏爱美. 2013—2015 年血流感染病原菌的分布及耐药性变迁[J]. 国际检验医学杂志, 2017, 38(10): 1412-

1415.

- [9] 陈俊, 王燕, 钱耀先, 等. 某院血流感染常见病原菌分布特征及耐药性分析[J]. 检验医学与临床, 2019, 16(2): 200-203.
- [10] 张晓芳, 刘方竹, 刘明建. 血流感染的危险因素分析及其与早期炎症因子相关性研究[J]. 中国现代医学杂志, 2015, 25(11): 51-54.
- [11] 马红, 赵梅, 殷国民, 等. 宁夏某医院 2016 年血培养病原菌分布与耐药性分析[J]. 检验医学与临床, 2018, 15(20): 3021-3025.
- [12] 于梦, 王玉洁, 魏青政. 2016—2018 年血培养细菌分布及耐药性分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2019, 29(22): 2738-2740.
- [13] DAGA A P, KOGA V L, SONCINI J G M, et al. *Escherichia coli* bloodstream infections in patients at a university hospital: virulence factors and clinical characteristics [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2019, 9(1): 191-201.
- [14] HARRIS P N A, TAMBYAH P A, LYE D C, et al. Effect of piperacillin-tazobactam vs. meropenem on 30-day mortality for patients with *E coli* or *klebsiella pneumoniae* bloodstream infection and Ceftriaxoneresistance: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2018, 320(10): 984-994.
- [15] MA L, LU P L, SIU L K, et al. Molecular typing and resistance mechanisms of imipenem-non-susceptible *Klebsiella pneumoniae* in Taiwan: results from the Taiwan surveillance of antibiotic resistance (TSAR) study, 2002—2009 [J]. J Med Microbiol, 2013, 62(1): 101-107.
- [16] 张志军, 鹿麟, 牛法霞, 等. 耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌的耐药机制与分子流行病学特征[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(9): 759-763.
- [17] CANDAN E D, AKSOZ N. *Klebsiella pneumoniae*: characteristics of carbapenem resistance and virulence factors [J]. Acta Biochim Pol, 2015, 62(4): 867-874.
- [18] HIRSCH E B, TAM V H. Detection and treatment options for *Klebsiella pneumoniae* carbapenemases (KPCs): an emerging cause of multidrug-resistant infection [J]. J Antimicrob Chemother, 2010, 65(6): 1119-1125.
- [19] 郝巧歆, 苏建荣. 基层医院与三级医院耐亚胺培南铜绿假单胞菌耐药表型及耐药机制研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2017, 16(1): 91-93.
- [20] 刘艳君, 陈远远, 唐艳君. 2016—2017 年成人血流感染临床特点和病原学分析[J]. 检验医学与临床, 2020, 17(4): 507-510.

(收稿日期: 2020-02-10 修回日期: 2020-06-02)