

DOI:10.13350/j.cjpb.231016

• 临床研究 •

糖尿病足复发感染病原菌分布及耐药情况分析

陈韵¹, 黄文森^{1,2*}, 康锦芬¹

(1. 泉州医学高等专科学校内科学教研室, 福建泉州 362000; 2. 福建医科大学附属泉州第一医院内分泌科)

【摘要】 **目的** 分析糖尿病足复发感染病原菌分布特点和耐药情况, 为糖尿病治疗提供依据。 **方法** 收集 2020-2022 年本院收治的 110 例糖尿病足复发感染患者临床资料。采集患者溃疡底部的脓液或分泌物, 并培养和送检。药敏试验采用 K-B 纸片法测定病原菌对临床常用抗生素耐受性。 **结果** 初次感染共分离出革兰阳性菌 49 株, 革兰阴性菌 58 株和真菌 3 株。其中金黄色葡萄球菌(29 株)、大肠埃希菌(21 株)、铜绿假单胞菌(15 株)和表皮葡萄球菌(12 株)是主要致病菌。初次感染中革兰阳性菌对青霉素、红霉素、头孢呋辛、头孢曲松、复方新诺明、四环素、左氧氟沙星、利福平、庆大霉素、阿米卡星和万古霉素耐药率分别为: 84.31%、80.39%、43.14%、39.22%、27.45%、5.49%、25.49%、5.88%、25.49%、3.92% 和 0.00%。革兰阴性菌对氨基糖苷类、左旋氧氟沙星、环丙沙星、头孢曲松、头孢他啶、头孢吡肟、哌拉西林、庆大霉素、阿米卡星、美罗培南、亚胺培南和多粘菌素 B 耐药率依次为: 41.38%、53.45%、50.00%、77.59%、32.76%、32.76%、50.00%、43.10%、6.90%、12.07%、12.07% 和 0.00%。复发感染共分离出革兰阳性菌 35 株, 革兰阴性菌 61 株和真菌 14 株。复发感染中革兰阳性菌对青霉素、红霉素、头孢呋辛、头孢曲松、复方新诺明、四环素、左氧氟沙星、利福平、庆大霉素、阿米卡星和万古霉素耐药率分别为: 94.29%、91.43%、71.43%、71.43%、48.57%、57.14%、54.29%、22.86%、54.29%、11.43% 和 0.00%。革兰阴性菌对氨基糖苷类、左旋氧氟沙星、环丙沙星、头孢曲松、头孢他啶、头孢吡肟、哌拉西林、庆大霉素、阿米卡星、美罗培南、亚胺培南和多粘菌素 B 耐药率依次为: 70.49%、62.30%、63.93%、83.61%、52.46%、52.46%、60.66%、55.74%、14.75%、13.11%、13.11% 和 0.00%。初次感染产 ESBLs 大肠埃希菌、产 ESBLs 肺炎克雷伯菌和 MRSA 检出率分别为: 23.81%、33.33% 和 17.24%, 复发感染产 ESBLs 大肠埃希菌、产 ESBLs 肺炎克雷伯菌和 MRSA 检出率分别为: 50.00%、50.00% 和 52.94%。 **结论** 复发感染与初次感染比较: 检出革兰阳性菌减少, 真菌增加; 病原菌耐药性变强。因而, 合理使用抗生素减少耐药菌产生, 防止患者感染再次发生。

【关键词】 糖尿病足; 复发; 病原菌分布

【中图分类号】 R378

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2023)10-1195-05

[Journal of Pathogen Biology. 2023 Oct;18(10):1195-1199.]

Distribution of pathogenic bacteria in recurrent infection of diabetes foot

CHEN Yun¹, HUANG Wensen^{1,2}, KANG Jinfen¹ (1. Department of Internal Medicine, Quanzhou Medical College, Quanzhou 362000, Fujian, China; 2. Department of Endocrinology, Quanzhou First Hospital Affiliated to Fujian Medical University) *

【Abstract】 **Objective** To analyze the distribution characteristics and drug resistance of pathogenic bacteria of recurrent infection of diabetes foot, and provide basis for the treatment of diabetes. **Methods** The clinical data of 110 patients with recurrent infection of diabetes foot admitted to our hospital from 2020 to 2022 were collected. The pus or secretions from the bottom of the patient's ulcer were collected, and then cultured and submitted for examination. The tolerance of pathogenic bacteria to commonly used antibiotics in clinical practice were determine by the K-B disk method. **Results** A total of 49 strains of Gram positive bacteria, 58 strains of Gram negative bacteria, and 3 strains of fungi were isolated from the initial infection. Among them, *Staphylococcus aureus* (29 strains), *E. coli* (21 strains), *Pseudomonas aeruginosa* (15 strains), and *Staphylococcus epidermidis* (12 strains) were the main pathogenic bacteria. The resistance rates of gram-positive bacteria to penicillin, erythromycin, cefuroxime, ceftriaxone, compound sulfamethoxazole, tetracycline, levofloxacin, rifampicin, gentamicin, amikacin and vancomycin in the initial infection were 84.31%, 80.39%, 43.14%, 39.22%, 27.45%, 5.49%, 25.49%, 5.88%, 25.49%, 3.92% and 0.00%, respectively. The resistance rates of gram-negative bacteria to aztreonam, levofloxacin, ciprofloxacin, ceftriaxone, ceftazidime, cefepime, piperacillin, gentamicin, amikacin, meropenem, imipenem and polymyxin B were 41.38%, 53.45%, 50.00%, 77.59%, 32.76%, 32.76%, 50.00%, 43.10%, 6.90%, 12.07%, 12.07% and 0.00%, respectively. A total of 35 strains of Gram positive bacteria, 61 strains of Gram negative bacteria, and 14 strains of fungi were isolated from recurrent infections. The resistance rates of Gram positive

* **【通讯作者】** 黄文森, E-mail: vinson170@163.com

【作者简介】 陈韵(1989-), 女, 福建泉州人, 医学硕士, 助教, 主治医师。研究方向: 内分泌与代谢病。E-mail: yunchun0224@163.com

bacteria to penicillin, erythromycin, cefuroxime, ceftriaxone, compound sulfamethoxazole, tetracycline, levofloxacin, rifampicin, gentamicin, amikacin and vancomycin in recurrent infections were 94.29%, 91.43%, 71.43%, 71.43%, 48.57%, 57.14%, 54.29%, 22.86%, 54.29%, 11.43% and 0.00%, respectively. The resistance rates of gram negative bacteria to aztreonam, levofloxacin, ciprofloxacin, ceftriaxone, ceftazidime, cefepime, piperacillin, gentamicin, amikacin, meropenem, imipenem and polymyxin B were 70.49%, 62.30%, 63.93%, 83.61%, 52.46%, 52.46%, 60.66%, 55.74%, 14.75%, 13.11%, 13.11% and 0.00%, respectively. The detection rates of ESBLs producing *Escherichia coli*, ESBLs producing *Klebsiella pneumoniae*, and MRSA in initial infections were 23.81%, 33.33%, and 17.24%, respectively. The detection rates of ESBLs producing *Escherichia coli*, ESBLs producing *K. pneumoniae*, and MRSA in recurrent infections were 50.00%, 50.00%, and 52.94%, respectively. **Conclusion** Comparison between recurrent infection and initial infection: a decrease in Gram positive bacteria and an increase in fungi were detected; The resistance of pathogenic bacteria has become stronger. Reasonably use antibiotics can reduce the production of drug-resistant bacteria and prevent the recurrence of infection in patients.

【Key words】 diabetes foot; recurrence; pathogen distribution

糖尿病是一种全球范围内影响人类身体健康重要疾病并且其可引起多种并发症,糖尿病足作为糖尿病的最常见并发症之一,需要引起广泛的重视和关注^[1]。糖尿病病因是胰岛素绝对或相对分泌不足,以及胰岛素作用障碍引起的一系列代谢紊乱综合征。2型糖尿病约占糖尿病患者的90%以上,且患病率呈逐年上升趋势^[2-3]。其中超过70%患者会出现大血管病变,该病也会引起心脏、肾脏、四肢以及眼部等并发症^[4-5]。糖尿病足是一种进展较为缓慢的感染性疾病,它的发病机制主要是合并神经病变和血管病变导致的^[6]。感觉神经病变使得糖尿病足患者对足部疼痛和温度等的感受减弱或消失,自主神经病变使得皮肤干燥、角质化、缺乏弹性,运动神经病变导致足部肌肉萎缩和关节变形^[7]。而血管病变则会影响到下肢动脉循环,导致组织缺氧、营养不良、易感染^[8]。糖尿病足感染常见于足部外伤、足趾畸形、感染及溃疡等。临床上,糖尿病足患者主要表现为足部发麻、发凉、疼痛,间歇性跛行等^[9]。如果不及时治疗,会引发脓毒症、高位截肢,甚至死亡。糖尿病足在发达国家发病率约为2%~6%,而发展中国家发病率较高^[10]。糖尿病足溃疡是糖尿病足患者发病及住院的首要原因,并给患者造成了严重的心理和生理影响,给家庭和社会造成了严重的经济负担。高糖环境有利于细菌繁殖,糖尿病足感染反复发生是病情恶化、甚至截肢的重要原因。以往研究显示初次感染和复发感染病原菌分布存在一定差异,抗生素运用不合理容易出现高度耐药性及多重耐药性的菌种。因此,有效地控制感染治疗十分重要,其关键环节是合理选择抗生素。

本研究收集2020-2022年本院收治的110例糖尿病足复发感染患者临床资料,分析糖尿病足复发感染病原菌分布特点和耐药情况,结果报告如下。

材料与方 法

1 一般资料

选取本院2020年1月至2022年12月收治糖尿病足复发感染患者110例临床资料。其中男性58例,女性52例。年龄46~93(66.57±10.06)岁。糖尿病病程4~31(10.43±5.38)年。纳入标准:(1)符合《中国2型糖尿病防治指南(2013年版)》中制定的糖尿病诊断标准;(2)符合《内分泌学》中关于糖尿病足的诊断标准;(3)复发感染病例,糖尿病足复发感染≥2次;(4)所有患者临床标本经培养后检出病原菌。排除标准:(1)发生其他并发症;(2)免疫类疾病患者;(3)档案资料不全齐全。诊断与分级参照Wagner分级。

2 标本采集

采用生理盐水(0.9%氯化钠注射液)清洁糖尿病足患者的创口表面。为避免创口部位污染导致其他细菌混入,部分患者需进行清创术以去除坏死组织。表浅溃疡标本采集用无菌拭子轻压表浅溃疡创口处,沾取溃疡底部的脓液或分泌物。深部溃疡标本采集,使用器械在正常和坏死组织的交界处取样。将收集到的样本保存于灭菌试管及时送检。

3 药敏试验

采用K-B纸片法检测革兰阳性菌对青霉素、红霉素、头孢呋辛、头孢曲松、复方新诺明、四环素、左氧氟沙星、利福平、庆大霉素、阿米卡星和万古霉素耐药率;检测革兰阴性菌对氨曲南、左旋氧氟沙星、环丙沙星、头孢曲松、头孢他啶、头孢吡肟、哌拉西林、庆大霉素、阿米卡星、美罗培南、亚胺培南和多粘菌素B。琼脂纸片扩散法(K-B法)操作过程和判读参照临床和实验室标准协会CLSI 2021标准中相关内容进行。选取饱满菌落并用0.9%生理盐水调到0.5麦氏单位。用无菌棉拭子蘸取菌悬液并挤去多余液体,每次将平板旋转60°,涂抹三次,均匀涂抹接种于无菌M-H琼脂平板上。待平板上的水分被琼脂完全吸收后贴含药纸片。完成后将平板反转,37℃恒温孵育18~24h后取出。

4 耐甲氧西林金黄色葡萄球菌筛查

用 M-H 纸片扩散法对金黄色葡萄球菌菌株进行 MRSA 筛查。采用 30 μg 头孢西丁 (FOX) 纸片, 33~35 °C 培养 16~18 h 后采用游标卡尺抑菌圈直径。若抑菌圈直径 ≤ 21 mm, 则 mecA 阳性, 为 MRSA 菌株; 抑菌圈直径 ≥ 22 mm, 则 mecA 阴性, 为 MSSA 菌株。质控菌株: 用金黄色葡萄球菌 ATCC25923、ATCC29213。

5 产 ESBLs 大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌筛查

参照 1.3 中的方法, 用 M-H 纸片扩散法对大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌进行筛查。采用 30 μg 头孢他啶和 30 μg 头孢噻肟, 30 μg 头孢他啶/10 μg 克拉维酸和 30 μg 头孢噻肟/10 μg 克拉维酸进行试验。35 ± 2 °C 培养 16~18 h 后采用游标卡尺抑菌圈直径。若头孢他啶 ≤ 22 mm, 头孢曲松 ≤ 27 mm, 且对两组药物中任何一组药物添加克拉维酸后抑菌圈和不添加克拉维酸抑菌圈, 增加值 ≥ 5 mm, 则判定为产 ESBLs。

结 果

1 初次感染病原菌分布

参照 Wagner 分级, 复发患者初次感染中 2 级 34 例, 占患者总数的 30.91%; 3 级 57 例, 占 51.82%; 4 级 15 例, 占 13.63%; 5 级 4 例, 占 3.64%。病原菌共检出 110 株, 其中革兰阳性菌 49 株, 革兰阴性菌 58 株和真菌 3 株。革兰阳性菌中以金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌为主, 分别为 29 株和 12 株, 其他革兰阳性菌 8 株。革兰阴性菌分别为大肠埃希菌 21 株、肺炎克雷伯菌 9 株、铜绿假单胞菌 15 株、鲍曼不动杆菌 4 株、嗜麦芽窄食单胞菌 2 株和其他革兰阴性菌 8 株。真菌全部为白色假丝酵母菌。不同 Wagner 分级病原体分布存在一定差异, 本次研究中革兰阳性菌主要在 2 级和 3 级患者分泌物中检出, 而革兰阴性菌和真菌在 4 级和 5 级患者中检出率较高。见表 1。

表 1 初次感染者不同 Wagner 分级病原菌分布
Table 1 Distribution of different Wagner Grades pathogens in first time infected persons

Wagner 分级	金黄色葡萄球菌	表皮葡萄球菌	其他革兰阳性菌	大肠埃希菌	肺炎克雷伯菌	铜绿假单胞菌	其他革兰阴性菌	白色假丝酵母菌
Wagner Grades	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidemidis</i>	Other Gram positive bacteria	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>P. aeruginosa</i>	Other Gram negative bacteria	<i>Candida albicans</i>
Grade 2	15	6	3	5	0	3	2	0
Grade 3	12	6	3	15	7	8	6	0
Grade 4	2	0	2	1	2	3	4	1
Grade 5	0	0	0	0	0	1	1	2

2 初次感染病原菌耐药情况

初次感染分离出的革兰阳性菌对青霉素和红霉素耐药均高于 80%, 其中表皮葡萄球菌对青霉素完全耐

药; 对利福平和阿米卡星耐药率较低, 均低于 10%; 未检出万古霉素耐药株。初次感染分离出的革兰阴性菌对头孢曲松耐药率高于 70%; 对左氧氟沙星、环丙沙星和哌拉西林耐药率较高; 对美罗培南、亚胺培南和阿米卡星耐药率较低, 未检出多粘菌素 B 耐药株。见表 2 和表 3。

表 2 初次感染革兰阳性菌耐药情况
Table 2 Resistance of gram positive bacteria in initial infection

抗生素 Drug	金黄色葡萄球菌 (n=29) <i>S. aureus</i>		表皮葡萄球菌 (n=12) <i>S. epidermidis</i>		其他革兰阳性菌 (n=8) Other Gram positive bacteria		合计 (n=49) Total	
	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate
青霉素	26	89.66	12	100.00	5	62.50	43	84.31
红霉素	24	82.76	11	91.67	6	75.00	41	80.39
头孢唑辛	10	34.48	8	66.67	4	50.00	22	43.14
头孢曲松	9	31.03	7	58.33	4	50.00	20	39.22
复方新诺明	5	17.24	6	50.00	3	37.50	14	27.45
四环素	6	20.69	3	25.00	4	50.00	13	25.49
左氧氟沙星	3	10.34	5	41.67	5	62.50	13	25.49
利福平	1	3.45	0	0.00	2	25.00	3	5.88
庆大霉素	6	20.69	4	33.33	3	37.50	13	25.49
阿米卡星	2	6.90	0	0.00	0	0.00	2	3.92
万古霉素	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

表 3 初次感染革兰阴性菌耐药情况
Table 3 Resistance of gram negative bacteria in initial infection

抗生素 Drug	大肠埃希菌 (n=21) <i>E. coli</i>		铜绿假单胞菌 (n=15) <i>P. aeruginosa</i>		其他革兰阴性菌 (n=22) Other Gram negative bacteria		合计 (n=58) Total	
	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate
氨曲南	11	52.38	5	33.33	8	36.36	24	41.38
左旋氧氟沙星	13	61.90	7	46.67	11	50.00	31	53.45
环丙沙星	13	61.90	6	40.00	10	45.45	29	50.00
头孢曲松	15	71.43	15	100.00	15	68.18	45	77.59
头孢他啶	8	38.10	4	26.67	7	31.82	19	32.76
头孢吡肟	8	38.10	4	26.67	7	31.82	19	32.76
哌拉西林	17	80.95	4	26.67	8	36.36	29	50.00
庆大霉素	10	47.62	4	26.67	11	50.00	25	43.10
阿米卡星	0	0.00	1	6.67	3	13.64	4	6.90
美罗培南	0	0.00	2	13.33	5	22.73	7	12.07
亚胺培南	0	0.00	2	13.33	5	22.73	7	12.07
多粘菌素 B	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

3 复发感染病原菌分布

复发患者再次感染中 2 级 31 例, 占患者总数的 28.18%; 3 级 48 例, 占 43.64%; 4 级 24 例, 占 21.82%; 5 级 7 例, 占 6.36%。病原菌共检出 110 株, 其中革兰阳性菌 35 株, 革兰阴性菌 61 株和真菌 14 株。革兰阳性菌中依旧以金黄色葡萄球菌和表皮葡萄

球菌为主,分别为:18株和8株,其他革兰阳性菌9株。革兰阴性菌分别为:大肠埃希菌21株、肺炎克雷伯菌4株、铜绿假单胞菌16株、鲍曼不动杆菌7株、嗜麦芽窄食单胞菌5株和其他革兰阴性菌8株。真菌为白色假丝酵母菌和红色毛癣菌,分别为10株和4株。复发感染者标本分离的病原菌与初次感染病原菌比较,革兰阳性菌检出数量由49株减少至35株,而真菌检出数量由3株增加至14株。见表4。

4 复发感染病原菌耐药情况

复发感染分离出的革兰阳性菌对青霉素和红霉素耐药均超过90%,其中金黄色葡萄球菌对青霉素完全耐药,表皮葡萄球菌对青霉素和红霉素完全耐药。复发感染分离出的革兰阳性菌对庆大霉素、左氧氟沙星、四环素、头孢呋辛和头孢曲松耐药率超过50%,仅未对万古霉素产生耐受性。复发感染分离出的革兰阴性菌未对多粘菌素B产生耐受性,对阿米卡星、美罗培南和亚胺培南耐药率低于20%,对其他抗生素均高于50%。从表5和表6中可以看出复发感染分离得到的革兰阳性菌和革兰阴性菌对临床常用抗生素高于初次感染时,这可能与首次治疗时选用抗生素有关。

表4 复发感染者不同Wagner分级病原菌分布
Table 4 Distribution of different Wagner Grades pathogens in recurrent infections infected persons

Wagner 分级	金黄色葡萄球菌 S. aureus	表皮葡萄球菌 S. epid	其他革兰阳性菌 Other Gram positive bacteria	大肠埃希菌 E. coli	肺炎克雷伯菌 K. pneu	铜绿假单胞菌 P. aeru ginosa	其他革兰阴性菌 Other Gram negative bacteria	白色假丝酵母菌 albicans	红色毛癣菌 t. rub rum
Grade 2	11	5	5	4	0	4	2	0	0
Grade 3	5	3	2	12	3	8	12	3	0
Grade 4	2	0	2	2	1	3	8	3	3
Grade 5	0	0	0	0	0	1	1	4	1

表5 复发感染革兰阴性菌耐药情况
Table 5 Resistance of gram negative bacteria in recurrent infections infected persons

抗生素 Drug	大肠埃希菌 (n=18) E. coli		铜绿假单胞菌 (n=16) P. aeruginosa		其他革兰阴性菌 (n=27) Other Gram negative bacteria		合计 (n=61) Total	
	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate
氨曲南	15	83.33	13	81.25	15	68.18	43	70.49
左氧氟沙星	13	72.22	11	68.75	14	63.64	38	62.30
环丙沙星	14	77.78	11	68.75	14	63.64	39	63.93
头孢曲松	16	88.89	16	100.00	19	86.36	51	83.61
头孢他啶	12	66.67	8	50.00	12	54.55	32	52.46
头孢吡肟	12	66.67	8	50.00	12	54.55	32	52.46
哌拉西林	13	72.22	9	56.25	15	68.18	37	60.66
庆大霉素	10	55.56	7	43.75	17	77.27	34	55.74
阿米卡星	2	11.11	2	12.50	5	22.73	9	14.75
美罗培南	0	0.00	2	12.50	6	27.27	8	13.11
亚胺培南	0	0.00	2	12.50	6	27.27	8	13.11
多粘菌素B	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

表6 复发感染革兰阳性菌耐药情况
Table 6 Resistance of gram positive bacteria in recurrent infections infected persons

抗生素 Drug	金黄色葡萄球菌 (n=18) S. aureus		表皮葡萄球菌 (n=8) S. epidermidis		其他革兰阳性菌 (n=9) Other Gram positive bacteria		合计 (n=35) Total	
	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate	例数 No.	耐药率 (%) Rate
青霉素	18	100.00	8	100.00	7	77.78	33	94.29
红霉素	17	94.44	8	100.00	7	77.78	32	91.43
头孢呋辛	14	77.78	6	75.00	5	55.56	25	71.43
头孢曲松	14	77.78	6	75.00	5	55.56	25	71.43
复方新诺明	9	50.00	4	50.00	4	44.44	17	48.57
四环素	11	61.11	5	62.50	4	44.44	20	57.14
左氧氟沙星	9	50.00	5	62.50	5	55.56	19	54.29
利福平	6	33.33	0	0.00	2	22.22	8	22.86
庆大霉素	11	61.11	4	50.00	4	44.44	19	54.29
阿米卡星	4	22.22	0	0.00	0	0.00	4	11.43
万古霉素	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

5 初次和复发主要病原菌差异

初次感染检出大肠埃希菌21株,其中5株产ESBLs,阳性率23.81%;复发感染检出大肠埃希菌18株,其中9株产ESBLs,阳性率50.00%,差异无统计学意义($\chi^2=2.89, P>0.05$)。初次感染检出肺炎克雷伯菌9株,其中3株产ESBLs,阳性率33.33%;复发感染检出肺炎克雷伯菌4株,其中2株产ESBLs,阳性率50.00%,差异无统计学意义($\chi^2=0.325, P>0.05$)。初次感染检出金黄色葡萄球菌29株,其中5株MRSA,检出率17.24%;复发感染检出金黄色葡萄球菌17株,其中9株MRSA,检出率52.94%,差异有统计学意义($\chi^2=6.45, P<0.05$)。初次感染检出真菌3株,检出率2.73%;复发感染检出真菌14株,检出率12.73%,差异有统计学意义($\chi^2=4.51, P<0.05$)。

讨论

糖尿病患者由于其机体免疫力低下且周围血管及神经发生严重病变影响下肢动脉循环,足部皮肤受损后容易受到感染且不易治愈。由于患者血糖高,易于细菌繁殖,若抗生素使用不当易导致耐药菌产生^[11]。本次研究中患者初次感染中革兰阳性菌49株,革兰阴性菌58株和真菌3株,其中金黄色葡萄球菌分离数量最多,这与既往研究结果相似^[12]。而在复发感染中分离出的病原菌谱发生了一定变化,革兰阳性菌减少,而真菌数量增加。革兰阳性菌主要集中在Wagner分级中的2级和3级,以深溃疡和合并软组织感染为主。革兰阴性菌则在Wagner分级中各个等级均有分布,其中Wagner分级中的4级和5级中占比交高。而真

菌感染主要分布在 Wagner 分级中的 4 级和 5 级。

近年来有研究显示铜绿假单胞菌严重感染、溃疡较深和溃疡部位接触水的标本中检出率较高,亚热带国家中革兰阴性菌检出率较高,且铜绿假单胞菌更常见^[13]。有研究显示受体的碳水组分改变会导致细菌的吸附作用变化,而糖尿病患者增强了某些细菌对粘膜细胞或上皮细胞的吸附作用^[14]。真菌在本次研究中检出较少,其中以白色假丝酵母菌为主。白色假丝酵母菌会连接含有岩藻糖和 N-乙酰氨基半乳糖的脂质,从而感染使得难以治愈^[15]。药敏结果显示不同病原菌对临床常用抗生素耐药情况存在一定差异。初次感染检出革兰阳性菌对青霉素和红霉素耐药程度较高,对其他抗生素耐药率低于 50%,其中对利福平耐药率 5.88%,对阿米卡星耐药率 3.92%,对万古霉素未产生耐受性。而复发感染患者检出革兰阳性菌仅未对万古霉素产生耐受性,对其余抗生素耐药率均有不同程度上升。革兰阳性球菌中金黄色葡萄球菌是主要致病菌,它大环内酯类、喹诺酮类、氨基糖苷类和抗生素均有不同程度耐药,部分菌株出现了交叉耐药。金黄色葡萄球菌中 MRSA 在初次感染和复发感染中检出率分别为 17.24% 和 52.94%。初次感染检出革兰阴性菌对头孢曲松、环丙沙星和哌拉西林耐药率超过 50%,对其余抗生素耐药率较低。复发感染检出革兰阴性菌除对多黏素 B 未产生耐受性,对其他抗生素耐受性均有上升。

革兰阴性菌中大肠埃希菌是主要致病菌,初次感染中未对阿米卡星、美罗培南、亚胺培南和多黏素 B 产生耐药,复发中仅未对美罗培南、亚胺培南和多黏素 B 产生耐药。大肠埃希菌在初次感染和复发感染中携带 ESBLs 率分别为 33.33% 和 50.00%。本次研究中检出的大肠埃希菌对多黏素 B 和碳青霉烯类抗生素敏感,对其他抗生素存在不同程度耐药,部分菌株交叉耐药。有研究显示同一患者同一部位重复出现溃疡感染,发生多重耐药菌感染概率高于初次感染。因而,如果出现足部溃疡或感染症状,应及时就医,并严格按照医生指示进行治疗。同时,医务人员也需要关注糖尿病患者的足部状况,并在治疗过程中注意细菌培养药敏结果,选择适当的抗生素。

综上所述,需要重视糖尿病足的防治工作,提高病人自我保健意识,加强医疗机构间的合作,提高糖尿病足的诊治水平,以减轻糖尿病足给患者和社会带来的

负担。

【参考文献】

- [1] Bellary S, Kyrou I, Brown JE, et al. Type 2 diabetes mellitus in older adults: clinical considerations and management. [J]. Nat Rev Endocrinol, 2021, 17(9): 534-548.
- [2] Bommer C, Sagalova V, Heeseemann E, et al. Global economic burden of diabetes in adults: projections from 2015 to 2030 [J]. Diabetes Care, 2018, 41(5): 963-970.
- [3] Heltberg A, Andersen JS, Sandholdt H, et al. Predictors of undiagnosed prevalent type 2 diabetes- the Danish general suburban population study [J]. Prim Care Diabetes, 2018, 12(1): 13-22.
- [4] Najafi L, Malek M, Valojerdi AE, et al. Dry eye and its correlation to diabetes microvascular complications in people with type 2 diabetes mellitus [J]. J Diabetes Complications, 2013, 27(5): 459-462.
- [5] Cloete L. Diabetes mellitus: an overview of the types, symptoms, complications and management [J]. Nurs Stand, 2022, 37(1): 61-66.
- [6] 付晗. 糖尿病足复发感染病原菌种类及其药敏特征分析 [D]. 吉林大学, 2015.
- [7] Huysman E, Mathieu C. Diabetes and peripheral vascular disease [J]. Acta Chir Belg, 2009, 109: 587-594.
- [8] Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic foot ulcers and their recurrences [J]. New Eng J Med, 2017, 376(24): 2367-2375.
- [9] Ejiofor Ugwu. Burden of diabetic foot ulcer in Nigeria: Current evidence from the multicenter evaluation of diabetic foot ulcer in Nigeria [J]. World J Diabetes, 2019, 1(3): 105-107.
- [10] Sorber R, Abularrage CJ. Diabetic foot ulcers: Epidemiology and the role of multidisciplinary care teams [J]. Semin Vasc Surg, 2021, 34(1): 47-53.
- [11] Peleg AY, Weeraratna T, McCarthy JS, et al. Common infections in diabetes: pathogenesis, management and relationship to glycaemic control [J]. Diabetes Metabolism Res Rev, 2007, 23(1): 3-13.
- [12] 谭惠婷. 糖尿病足感染病原菌分布特征及耐药性变迁分析 [D]. 南方医科大学, 2021.
- [13] Zgonis T, Jolly GP, Buren BJ, et al. Diabetic foot infections and antibiotic therapy [J]. Clin Podiatr Med Surg, 2003, 20: 655-669.
- [14] Aslanhan E, Ojalvo D. Association of neutrophil-gelatinase-associated lipocalin with microvascular complications in patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study [J]. Cardiovascular Endocrinol Metabolism, 2019, 8(3): 82-87.
- [15] Eckhard M, Lengler A, Liersch J, et al. Fungal foot infections in patients with diabetes mellitus results of two Independent investigations [J]. Mycoses, 2007, 50(2): 14-19.

【收稿日期】 2023-05-15 【修回日期】 2023-08-09