

• 慢病专题:代谢性疾病 •

糖尿病足溃疡感染革兰阴性菌临床诊治进展*

欧阳月凤, 李生兵[△]

(重庆医科大学附属第二医院内分泌代谢科, 重庆 400010)

[摘要] 糖尿病足溃疡是糖尿病最严重的慢性并发症之一, 具有高致残率和高死亡率。糖尿病足的相关发病机制复杂, 其中革兰阴性菌(GNB)感染日益成为病情恶化和截肢的关键因素。该文系统回顾了糖尿病足溃疡感染 GNB 的流行病学趋势、发病机制、病原菌特征、临床表现、辅助检查、综合治疗手段等诊治进展。未来需加强 GNB 耐药机制研究、新型抗菌药物开发和多学科协作管理, 以降低其导致的截肢率并改善患者预后。

[关键词] 糖尿病足; 溃疡; 感染; 革兰阴性菌; 综述

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.09.007

中图法分类号:R587.2

文章编号:1009-5519(2025)09-2049-05

文献标识码:A

**Progress in clinical diagnosis and treatment of gram-negative bacteria
in diabetic foot ulcer infection***

OUYANG Yuefeng, LI Shengbing[△]

(Department of Endocrinology and Metabolism, The Second Affiliated Hospital of Chongqing
Medical University, Chongqing 400010, China)

[Abstract] Diabetic foot ulcer is one of the most serious chronic complications of diabetes, with high morbidity and mortality. The pathogenesis of diabetic foot is complex, and Gram-negative bacteria (GNB) infection is increasingly becoming a key factor in disease progression and amputation. This article systematically reviewed the epidemiological trends, pathogenesis, pathogen characteristics, clinical manifestations, auxiliary examinations, and comprehensive treatment of GNB infection in diabetic foot ulcers. In the future, it is necessary to strengthen the research on the mechanism of GNB resistance, the development of new antibiotics and multidisciplinary collaborative management to reduce the amputation rate and improve the prognosis of patients.

[Key words] Diabetic foot; Ulcer; Infection; Gram-negative bacteria; Review

糖尿病足溃疡(DFU)是糖尿病患者因神经病变和(或)不同程度血管病变导致下肢感染、溃疡形成和(或)深部组织破坏的疾病, 是糖尿病患者严重的慢性并发症之一, 具有高发病率、高致残率、高病死率等特点^[1]。DFU 的发生、发展受多种因素的影响, 其中感染是导致病情恶化和截肢的重要因素。近年来, 随着抗菌药物的广泛使用和糖尿病足患者病情的复杂性, DFU 的病原菌分布及耐药情况发生了显著变化, 革兰阴性菌(GNB)感染日益增多, 耐药问题愈发严重, 给临床治疗带来巨大挑战^[2]。故而深入了解 DFU 感染 GNB 的临床诊治进展对提高 DFU 患者的疗效、降低截肢率、改善生活质量均具有重要意义。

1 DFU 感染 GNB 的流行病学

DFU 感染 GNB 的发生率差异较大, 与多种影响

因素有关, 感染不同 GNB 占比情况及耐药特征见表 1^[3-5]。多项国内外研究表明, DFU 感染的病原菌分布在不同地区和时间段存在显著的差异性, 随着病程时间延长、Wagner 分级更高, DFU 创面的 GNB 感染比例明显超过革兰阳性菌^[6-7], 其中不同 Wagner 分级 DFU 感染 GNB 的比例及主要菌种见表 2^[8-9]。另外, DFU 的 GNB 感染率存在地域差异, 可能与地域环境、卫生习惯、抗生素使用情况等因素有关, 在一些卫生条件相对较差、抗生素使用不规范的地区, GNB 感染率更高^[8]。

2 DFU 感染 GNB 的发病机制

2.1 神经病变、血管病变 DFU 感染 GNB 患者常伴下肢的神经病变和血管病变。下肢周围神经病变使足部感觉减退、肌肉萎缩、皮肤屏障减弱, 有报道提

* 基金项目: 重庆市科卫联合医学科研面上项目(2024MSXM129)。

作者简介: 欧阳月凤(2002—), 硕士研究生, 主要从事糖尿病足及其相关的临床研究。 [△] 通信作者, E-mail: lishengbing0213@hospital.cqmu.edu.cn。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250912.1001.014\(2025-09-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250912.1001.014(2025-09-12))

示,DFU 合并周围神经病变,尤其是已发生足坏疽的创面分泌物以 GNB 为主^[10];下肢血管病变常引起血管狭窄或闭塞、组织氧供和营养供给障碍,下肢血管病变逐渐加重常引起深部感染,而深部感染以 GNB 最为常见^[11-12]。下肢神经及血管病变一方面促进了 DFU 的发生、进展,削弱伤口的愈合能力;另一方面限制免疫细胞到达感染部位,加速了感染 GNB 的进展^[13]。

表 1 DFU 患者感染不同 GNB 占比情况及耐药特征		
病原菌类型	占比(%)	常见耐药特征
大肠埃希菌	13.85~16.80	对氨苄西林耐药率大于 90%
铜绿假单胞菌	10.77~15.20	对氨苄西林耐药率高
肺炎克雷伯菌	8.50~12.30	ESBL 阳性率高(43.5%)
变形杆菌	9.20~14.50	对头孢噻肟耐药率高达 50%
阴沟肠杆菌	5.80~9.60	产 AmpC 酶(头孢菌素酶)

注:ESBL 表示广谱 β -内酰胺酶。

表 2 不同 Wagner 分级 DFU 患者感染 GNB 的比例及主要菌种		
Wagner 分级	感染 GNB 比例(%)	主要菌种
1~2 级	21.95~26.90	大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌
3 级	37.60~61.90	铜绿假单胞菌、变形杆菌
4~5 级	48.90~78.05	多重耐药菌、条件致病菌

2.2 免疫功能异常导致自身防御机制受损 DFU 患者长期处于高血糖状态,持续高血糖状态会导致免疫细胞功能受损,包括中性粒细胞的趋化、吞噬和杀菌能力下降及淋巴细胞功能异常等,使机体对病原菌的防御能力降低,从而易发生感染^[13]。持续的高血糖状态会影响血管内皮细胞功能,导致血管病变,使下肢血液循环障碍,组织缺血、缺氧,为 GNB 的定植和感染创造了条件^[14]。

2.3 GNB 的致病因素 GNB 能产生内毒素和(或)外毒素,感染可能引起更严重的炎症反应,导致组织坏死和感染扩散,同时,GNB 具有独特的双层胞膜结构和外排机制,导致其拥有较高的耐药性^[15-16]。GNB 还能形成生物膜,进而抵抗机体免疫系统的攻击和抗菌药物的杀伤作用,使感染难以控制,常规抗菌药物难以发挥作用,易造成多重耐药^[17]。

2.4 局部微环境改变 DFU 部位氧分压降低、持续性高血糖、合并全身营养不良等均可引发足部组织酸积聚、高渗、低效无氧代谢,形成的局部环境更加有利于 GNB 的生长与繁殖^[13]。国外研究表明,皮肤屏障受损和微生物组失调也是导致发生 DFU 的因素;皮肤微生物组的生态失调易导致 GNB 感染的增加,GNB 可能通过脂多糖-Toll 样受体 4(LPS-TLR4)信号传导触发炎症细胞浸润,导致炎症状态,进一步促进糖尿病皮肤病变的发展^[18-19]。

3 DFU 感染 GNB 的常见种类及特征

3.1 常见病原菌种类 DFU 感染 GNB 患者常见的病原菌包括克雷伯菌属、变形杆菌属、肠杆菌属、铜绿假单胞菌和不动杆菌属等^[2]。其中大肠埃希菌是常见的感染性病原菌,其广泛存在于自然环境和医院环境中,传播途径广泛,DFU 患者极易感染该菌;而铜绿假单胞菌在自然环境和人体皮肤表面、组织黏膜中广泛分布,DFU 部位渗液导致表面湿润,极有利于铜绿假单胞菌的定植,使铜绿假单胞菌多重耐药感染率增加。肺炎克雷伯菌、阴沟肠杆菌等肠杆菌科细菌也是 DFU 感染的常见 GNB,可导致创面炎症加重、组织坏死等^[20]。

3.2 耐药现状 近年来,DFU 感染 GNB 患者的耐药问题日益严峻。有研究表明,DFU 多重耐药菌以 GNB 为主,这种现象对临床抗菌药物的选择和治疗产生极大的挑战^[21]。ESBL 的产生是耐药的重要机制,使肠杆菌科感染的抗菌治疗变得困难,并对目前可用的抗菌药物组构成严重威胁^[7]。多项国内外研究表明,超过一半的 DFU 感染 GNB 患者的感染分离株是 ESBL 生产者,在资源贫乏的环境中产生 ESBL 的 GNB 的负担在 DFU 患者中更为普遍。其中大量分离的 GNB 是表型碳青霉烯酶生产者,在碳青霉烯酶表型呈阳性的 GNB 中肺炎克雷伯菌的占比最高,其次为不动杆菌属、大肠杆菌、假单胞菌属和沙雷氏菌属^[22-23]。多项国内外研究提示,耐药菌的产生与抗菌药物的不合理使用密切相关,部分医生对抗菌药物使用指征把握不严格、用药疗程过长、频繁更换抗菌药物等原因导致细菌耐药性逐渐增强。

3.3 病原菌分布差异的影响因素 DFU 患者自身因素影响 GNB 的分布,其中病程更长、血糖控制不佳者感染 GNB 的风险更高。此外,溃疡创面情况也影响细菌的分布,深度溃疡、有大量坏死组织及分泌物者更易感染耐药 GNB^[8]。较为重要的是医院内感染与社区感染病原菌分布不同,医院内感染患者因长期住院、频繁用抗菌药物,GNB 的耐药率更高,且多重耐药菌感染常见。不同地区医疗水平、抗菌药物使用习惯差异也导致病原菌分布不同,抗菌药物使用频繁地区感染耐药 GNB 的比例相对较高^[24]。

4 DFU 感染 GNB 的诊断

4.1 临床表现 DFU 感染 GNB 常见于慢性迁延、复发或严重感染及 Wagner 分级较高的患者,表现为皮肤的红、肿、热、痛及渗出脓液、产生恶臭味等,可能伴骨髓炎、坏疽,甚至需要截趾或截肢^[25];随着 DFU 感染的不断扩散,可能导致毒素进入血液,患者可出现发热、寒战等全身症状;严重感染时可导致感染性休克、多器官功能衰竭,危及患者生命。此外,DFU 感染 GNB 患者常由于神经病变对疼痛感觉不敏感,可能导致感染症状不明显,对早期识别 DFU 感染易漏诊或误诊^[26]。

4.2 实验室检查

4.2.1 血常规及炎症指标 国内多项研究提示,深部感染以 GNB 为主,浅部感染以革兰阳性菌为主。深部感染 GNB 患者超敏 C 反应蛋白、红细胞沉降率、白细胞计数、血小板计数等均明显增高,故可根据血常规及炎症指标变化初步评估深部感染 GNB 的可能^[27]。

4.2.2 病原菌培养及药敏试验 病原菌培养及药敏试验是诊断感染 GNB 及指导抗菌药物使用的关键检查方法,一般要求患者在入院时未用抗菌药物前、清创后从溃疡创面深部采集,避免污染的标本。常用的采集方法主要包括组织活检和深部拭子采样,组织活检标本的病原菌检出率高于拭子采样^[28]。对采集的标本进行送检需包括 GNB 培养及敏感性测试,为临床选择敏感抗菌药物提供依据。但病原菌培养时间较长,部分细菌可能培养结果呈阴性,且检测结果易受采样方法、送检时间等因素影响^[27]。

4.3 影像学检查

4.3.1 X 线、CT、磁共振成像检查 DFU 感染 GNB 患者常有深部感染、软组织水肿、骨髓炎等严重损害,建议所有新发 DFU 感染 GNB 患者均应进行足部的 X 线平片检查,可初步判断是否存在骨髓炎,如骨质破坏、骨膜反应等^[28]。CT 检查对骨质病变的显示优于 X 线检查,能更清晰地观察骨髓炎的范围、骨质破坏程度等。对需进一步成像(即更灵敏或更特异)的患者,国内外指南建议,使用磁共振成像作为首选检查方法,特别是高度怀疑 DFU 感染 GNB 患者软组织水肿或骨髓炎^[29]。

4.3.2 周围神经病变和血管病变检查 DFU 感染 GNB 患者常伴糖尿病神经病变和血管病变,常用的神经病变检查方法包括 10 g 尼龙丝检查法、震动觉、踝反射、痛觉、温度觉、神经传导速度等;血管病变检查方法包括触摸股、足背动脉和(或)胫后动脉搏动、Buerger 试验、踝动脉-肱动脉血压比值、经皮氧分压、血管影像学检查等^[30]。

5 DFU 感染的治疗

DFU 感染的治疗强调抗菌、清创、血运、代谢并重,即经验选用抗假单胞 β-内酰胺或碳青霉烯类药

物,根据药敏试验结果缩谱并联合局部用药;对溃疡伤口需及时清创减压引流、予以抗菌敷料、必要时负压引流等治疗;对 DFU 合并缺血患者评估下肢血管介入或血管搭桥手术的必要性,同时选择性使用扩血管药物;对复发难治性溃疡患者可考虑选择性高压氧、干细胞等治疗措施;对每例 DFU 患者均应严格控制血糖,加强营养支持^[31],同时也需注意维护重要脏器功能。但针对 DFU 感染 GNB 患者在抗感染治疗、创面处理、改善下肢血运等方面各有值得注意的地方。

5.1 抗感染治疗

5.1.1 经验性抗菌药物治疗 对疑似 DFU 感染 GNB 患者初始抗菌药物方案的选择通常是经验性的,对轻度感染患者首选相对窄谱的药物,早期根据疗效及时调整药物。对中度和所有重度感染患者的初始方案应更广泛,并且建议及时、早期应用抗菌药物治疗。经验性方案还必须考虑与当前感染相关的因素、可能的病原体、患者的合并疾病和潜在的药物相关问题^[30-31]。目前,针对 GNB 效果较佳的抗菌药物主要包括头孢菌素类、青霉素/β-内酰胺酶抑制剂组合、碳青霉烯类药物、氟喹诺酮类药物等。

5.1.2 根据药敏试验调整抗菌药物 当获得培养和药敏试验结果时考虑改用仅针对分离的 GNB 的更特异性方案。为降低抗菌药物耐药的可能性,首选较窄谱药物。值得注意的是,在药敏试验前需评估经验性抗菌药物方案的疗效与安全性,当经验性抗菌药物治疗后感染没有反应才需结合分泌物培养及药敏试验结果调整抗菌药物治疗方案。当分离的细菌对经验所选方案敏感但感染恶化时应考虑是否存在其他影响因素^[30],如是否清创不彻底和全身情况的影响。不同 GNB 感染选择经验性抗生素、药敏试验抗生素和多重耐药菌抗生素,见表 3^[7-9]。

5.1.3 抗菌药物的局部应用 目前,国内外学者均不提倡使用局部抗菌药物治疗大多数感染伤口。在许多慢性感染和复发感染的 DFU 患者存在 GNB 的生物膜影响抗菌药物疗效,根除生物膜中的细菌通常需物理去除,同时,联合抗菌药物治疗,包括局部使用抗菌活性的药物,如次氯酸、钙异构体碘等^[31]。

表 3 不同 GNB 的抗生素选择

病原菌类型	经验性选择	药敏试验选择	多重耐药菌选择
大肠埃希菌	碳青霉烯类、β-内酰胺类/酶抑制剂	根据药敏选择碳青霉烯类、头孢类或氟喹诺酮类	多黏菌素、替加环素、头孢他啶-阿维巴坦
铜绿假单胞菌	抗假单胞菌 β-内酰胺类+氨基糖苷类	头孢他啶、亚胺培南、庆大霉素、环丙沙星	多黏菌素、联合治疗
肺炎克雷伯菌	碳青霉烯类	ESBL(-):头孢三代/四代;ESBL(+):碳青霉烯类	多黏菌素、替加环素、头孢他啶-阿维巴坦
变形杆菌	碳青霉烯类、氟喹诺酮类	根据药敏选择碳青霉烯类、氟喹诺酮类	多黏菌素、磷霉素
阴沟肠杆菌	碳青霉烯类、第四代头孢菌素	根据药敏选择碳青霉烯类、第四代头孢菌素	多黏菌素、替加环素

5.2 创面处理

5.2.1 清创术 据国外文献报道,耐药 GNB(产ESBL、耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌等)创面需更早、更积极的外科清创以降低菌负荷,尤其是强调对铜绿假单胞菌等 GNB 所致深部坏死组织需彻底清创并联合敏感抗菌药物治疗^[32],国内文献推荐,对 GNB 所致深部脓肿或骨髓炎患者先“姑息性”清创,待血供恢复后再彻底清创^[33]。

5.2.2 敷料选择 据文献报道,GNB 感染高渗液创面宜选用高吸收+抗菌(银/聚六甲双胍)敷料,使用银/聚六甲双胍敷料可降低 GNB 生物膜负荷,对清除耐药 GNB 作用明显^[34]。针对产 ESBL-GNB 创面,在选用碳青霉烯类抗菌药物覆盖的同时可选择使用含替加环素或阿米卡星的局部缓释敷料,抗菌效果更好^[35]。

5.2.3 负压创面治疗(NPWT) 有研究发现,与传统 NPWT 比较,采用滴注式 NPWT(NPWT-滴注)可破坏 GNB 生物膜,明显降低感染 GNB 创面的截肢率,减少二次手术需求并缩短住院时间,具有明显的成本效益比^[36-37]。因此,推荐将 NPWT 联合生理盐水或抗菌药物滴注用于感染 GNB 创面,以明显降低细菌负荷并促进肉芽生长,尤其是对铜绿假单胞菌感染效果突出^[38]。

5.3 改善下肢血运 血管性足部手术包括血管介入手术和血管旁路移植术,如股动脉至足背动脉的搭桥移植和外周血管成形术以改善血流的缺血性足部手术^[39]。有学者提出,对感染 GNB 合并缺血患者需优先血运重建(介入/旁路),否则清创与抗感染难以奏效^[40]。

6 预 后

DFU 感染 GNB 患者慢性溃疡、复发性溃疡及截肢风险增高,其中 GNB 生物膜的形成可能是导致治疗失败和感染复发的主要原因之一。由于感染 GNB 患者的预后较差,需及时早期识别和积极治疗以降低截肢风险^[41]。

7 预 防

首先需针对危险因素进行干预,危险因素主要包括合并骨髓炎、长期用抗菌药物、神经缺血性伤口、糖化血红蛋白大于或等于 7%等,鼓励早期预防性干预;同时,建议多学科管理(清创+抗菌药物+减压)以降低截肢率,早期血糖控制和足部筛查可减少感染,进行遗传易感性研究可预测高风险人群^[25]。

8 小结与展望

DFU 感染 GNB 是糖尿病患者面临的严重问题,发病率呈上升趋势,GNB 耐药情况日益严峻,给临床治疗带来巨大挑战。早期准确诊断、合理选择抗菌药物、积极处理创面、改善下肢血液循环、控制血糖、给予营养支持等综合治疗措施是提高 DFU 感染 GNB 患者疗效、降低截肢率、改善患者预后的关键。同时,

加强糖尿病患者的健康教育、做好血糖控制和足部护理等预防工作对减少 DFU 的发生及感染 GNB 具有重要意义。今后还需进一步深入研究 DFU 感染 GNB 的发病机制,开发新型抗菌药物和治疗方法,以更好地应对这一难题。

参考文献

[1] RUBIO J A, JIMÉNEZ S, LÁZARO-MARTÍNEZ J L. Mortality in patients with diabetic foot ulcers: causes, risk factors, and their association with evolution and severity of ulcer[J]. J Clin Med, 2020, 9(9): 3009.

[2] QU Y, OU S, ZHANG W, et al. Microbiological profile of diabetic foot infections in China and worldwide: a 20-year systematic review [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2024, 15: 1368046.

[3] MASHALY M, KHEIR M, IBRAHIM M, et al. Aerobic bacteria isolated from diabetic foot ulcers of Egyptian patients: types, antibiotic susceptibility pattern and risk factors associated with multidrug-resistant organisms [J]. Germs, 2021, 11(4): 570-582.

[4] 刘春林, 徐波, 陈弟, 等. 感染性糖尿病足病原菌分布及耐药性分析[J]. 检验医学, 2019, 34(6): 513-517.

[5] 蔡栋昊, 灿华, 李晓君, 等. 某中医院糖尿病足感染患者伤口病原菌分布及其耐药性分析[J]. 国际医药卫生导报, 2023, 29(8): 1086-1089.

[6] 梅柯强, 刘泽慧, 祝蓉, 等. 2 型糖尿病足溃疡加重的危险因素及细菌感染特征分析[J]. 重庆医科大学学报, 2025, 50(6): 770-777.

[7] LIU W, SONG L, SUN W, et al. Distribution of microbes and antimicrobial susceptibility in patients with diabetic foot infections in South China[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1113622.

[8] 秦飞雪, 何娟坤, 刘师, 等. 糖尿病足住院患者病原菌分布特点与不同 Wagner 分级相关性[J]. 昆明医科大学学报, 2025, 46(2): 67-73.

[9] 李欣, 杨慧, 陈亚男. 不同 Wagner 分级糖尿病足感染病原菌及治疗效果[J]. 中华医院感染学杂志, 2025, 35(14): 2095-2099.

[10] 杨群菲, 张征宇, 徐丽霞, 等. 糖尿病周围神经病变合并足坏疽感染病原菌分布特点及耐药性[J]. 中华医院感染产志, 2019, 29(24): 3786-3789.

[11] 刘海楠, 苏莎莎, 刘伟, 等. 糖尿病足下肢血管病变程度对细菌感染病原菌谱及耐药性影响分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(10): 1504-1508.

[12] 张朝光, 戴黎明, 杨夏. 糖尿病足患者下肢血管病变与细菌感染关系研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(1): 51-54.

[13] 余海洋, 叶新华, 苏丹, 等. 糖尿病足感染发病机制及抗感染治疗的研究进展[J]. 感染·炎症·修复, 2021, 22(3): 175-178.

[14] MAŁECKI R, KLIMAS K, KUJAWA A. Different patterns of bacterial species and antibiotic susceptibility in diabetic foot syndrome with and without coexistent ische-

- mia[J]. J Diabetes Res, 2021, 2021:9947233.
- [15] 刘佳为, 王渊, 徐静, 等. 277 例糖尿病足感染病原微生物分布及耐药性分析[J]. 陆军军医大学学报, 2024, 46(23):2655-2660.
- [16] HUNG S Y, CHIU C H, HUANG C H, et al. Impact of wound microbiology on limb preservation in patients with diabetic foot infection[J]. J Diabetes Investig, 2022, 13(2):336-343.
- [17] ORFALI R, GHAFAR S, ALAJLAN L, et al. Diabetes-related lower limb wounds: antibiotic susceptibility pattern and biofilm formation[J]. Saudi Pharm J, 2024, 32(6):102069.
- [18] PEREIRA S G, MOURA J, CARVALHO E, et al. Microbiota of chronic diabetic wounds: ecology, impact, and potential for innovative treatment strategies[J]. Front Microbiol, 2017, 8:1791.
- [19] ZHANG S L, LI S X, HUANG J L, et al. Gram-negative bacteria and lipopolysaccharides as risk factors for the occurrence of diabetic foot[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2023, 108(10):2604-2614.
- [20] 吴丹, 张杨帆, 谢佳良, 等. 165 例糖尿病足 MDRO 感染患者病原菌学及危险因素 logistic 回归分析[J]. 河北医科大学学报, 2024, 45(9):1041-1046.
- [21] 薛刚霞, 孙衍, 任国梁, 等. 老年糖尿病足 MDROs 感染病原菌及危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(23):3582-3585.
- [22] WOLDETEKLIE A A, KEBEDE H B, ABDELA A A, et al. Prevalence of extended-spectrum β -lactamase and carbapenemase producers of gram-negative bacteria, and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in isolates from diabetic foot ulcer patients in Ethiopia[J]. Infect Drug Resist, 2022, 15:4435-4441.
- [23] JAIN S K, BARMAN R. Bacteriological profile of diabetic foot ulcer with special reference to drug-resistant strains in a tertiary care center in North-East India[J]. Indian J Endocrinol Metab, 2017, 21(5):688-694.
- [24] 彭倩, 吴英, 宋佳雪, 等. 糖尿病足患者就医延迟原因质性研究的 Meta 整合[J]. 军事护理, 2024, 41(6):90-93.
- [25] YAZDANPANAH L, NASIRI M, ADARVISHI S. Literature review on the management of diabetic foot ulcer[J]. World J Diabetes, 2015, 6(1):37-53.
- [26] 蔡钦云, 孔亮, 严雪冰. 糖尿病足感染发病机制及抗感染治疗研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(3):405-407.
- [27] 郭婕, 王鹏华, 褚月颌, 等. 不同深度糖尿病足感染患者的临床表现、病原菌特点及耐药性研究[J]. 中国全科医学, 2012, 15(34):4012-4015.
- [28] LIPSKY B A, BERENDT A R, CORNIA P B, et al. 2012 infectious diseases society of America clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of diabetic foot infections[J]. Clin Infect Dis, 2012, 54(12):e132-e173.
- [29] 王树桥. CT 联合磁共振对糖尿病足骨质及血管改变早期诊断价值[J]. 中华养生保健, 2024, 42(17):47-50.
- [30] 赵晨旭, 周慧敏. 《中国糖尿病足诊治指南》解读[J]. 中国临床医生杂志, 2021, 49(12):1405-1408.
- [31] LIPSKY B A, ARAGÓN-SÁNCHEZ J, DIGGLE M, et al. IWGDF guidance on the diagnosis and management of foot infections in persons with diabetes[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2016, 32(Suppl 1):S45-S74.
- [32] MATTA -GUTIÉRREZ G, GARCÍA-MORALES E, GARCÍA-ÁLVAREZ Y, et al. The influence of multidrug-resistant bacteria on clinical outcomes of diabetic foot ulcers: a systematic review[J]. J Clin Med, 2021, 10(9):1948.
- [33] 中华医学会糖尿病学分会糖尿病足与周围血管病学组, 王爱萍, 冉兴无, 等. 中国糖尿病足诊治临床路径(2023 版)[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2023, 39(2):93-102.
- [34] 罗伯欣, 杨川, 刘兴州, 等. 基于循证指南的糖尿病足敷料选择和应用建议[J]. 中国全科医学, 2022, 25(32):3990-3998.
- [35] SULTANA R, AHMED I, SAIMA S, et al. Diabetic foot ulcer-a systematic review on relevant microbial etiology and antibiotic resistance in Asian countries[J]. Diabetes Metab Syndr, 2023, 17(6):102783.
- [36] FREEDMAN B A, POTTER B K, SHULER M S. Fasciotomy wound management and closure-updated[J]. Tech Orthop, 2014, 29(4):184-185.
- [37] GABRIEL A, KAHN K, KARMY-JONES R. Use of negative pressure wound therapy with automated, volumetric instillation for the treatment of extremity and trunk wounds: clinical outcomes and potential cost-effectiveness[J]. Eplasty, 2014, 14:e41.
- [38] JI S, LIU X, HUANG J, et al. Consensus on the application of negative pressure wound therapy of diabetic foot wounds[J]. Burns Trauma, 2021, 9:tkab018.
- [39] NOEL G J, STRAUSS R S, AMSLER K, et al. Results of a double-blind, randomized trial of ceftobiprole treatment of complicated skin and skin structure infections caused by gram-positive bacteria[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2008, 52(1):37-44.
- [40] TANG F, ABDUL RAZAK S N B, TAN J X, et al. Fast-access multidisciplinary approach to management of diabetic foot ulcers: the diabetic rapid evaluation and lower limb amputation management(DREAM) clinic[J]. Clin Med Insights Endocrinol Diabetes, 2023, 16:11795514231196464.
- [41] ZUBAIR M. Prevalence and interrelationships of foot ulcer, risk-factors and antibiotic resistance in foot ulcers in diabetic populations: a systematic review and meta-analysis[J]. World J Diabetes, 2020, 11(3):78-79.

(收稿日期: 2024-08-13 修回日期: 2025-06-23)