

外周血造血干细胞移植患者感染现状和相关危险因素分析

赵林娣^a, 李啸扬^b, 潘萌萌^b, 王 婧^b, 高 山^a

上海交通大学医学院附属瑞金医院 a. 护理部, b. 血液科, 上海 200025

【摘要】 目的 分析外周血造血干细胞移植患者感染的现状及其相关危险因素,探讨高通量测序(metagenomics next generation sequencing, mNGS)技术在感染病原菌检测中的应用价值。**方法** 回顾性收集 2023 年 1~12 月在我院进行外周血造血干细胞移植患者的基本资料、化疗方案、深静脉导管留置时长、移植类型及慢性病史等信息,对感染因素进行分析。**结果** 183 例患者中发生感染 117 例,单因素分析显示,干细胞移植前化疗疗程、移植住院天数、深静脉导管留置时长、移植类型、放疗史和慢病史均显著增加感染风险($P<0.05$);多因素 Logistic 回归分析结果显示化疗疗程、深静脉导管留置时长、放疗史和慢病史是影响外周血造血干细胞移植患者感染的独立危险因素($P<0.05$)。39 例患者中血 mNGS 病原菌检出率明显高于传统的血液微生物检出率($P<0.05$)。**结论** 干细胞移植前化疗疗程、深静脉导管留置时长、放疗史及慢病史是外周血造血干细胞移植患者感染的独立危险因素。mNGS 技术在血流感染病原体的检测中阳性率表现出更高的检出率,特别是在病毒和少见病原体的检测方面,优于传统方法。

【关键词】 造血干细胞移植;感染现状;影响因素;血流感染;危险因素

【中图分类号】 R551.3;R733.4

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)05-0054-06

Analysis of the current situation of infection and related risk factors in patients undergoing peripheral blood hematopoietic stem cell transplantation ZHAO Lin-di^a, LI Xiao-yang^b, Pan Meng-meng^b, WANG Qiang^b, GAO Shan^a a. Department of Nursing, b. Department of Hematology, Ruijin Hospital Affiliated to School of Medicine of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200025, China

【Corresponding author】 GAO Shan

【Abstract】 Objective To analyze the current situation of infection and its related risk factors in patients undergoing peripheral blood hematopoietic stem cell transplantation, and to explore the application value of Metagenomics Next Generation Sequencing (mNGS) technology in the detection of infectious pathogenic bacteria. **Methods** A total of 183 patients who underwent peripheral blood hematopoietic stem cell transplantation in our hospital from January to December 2023 were retrospectively analyzed. Clinical data such as basic information, chemotherapy regimens, duration of deep vein catheter indwelling, transplantation types and history of chronic diseases were collected. The infection factors were analyzed. **Results** Among the 183 patients, 117 cases of infections occurred. Univariate analysis showed that the course of chemotherapy before stem cell transplantation, the length of hospital stay after transplantation, the duration of deep vein catheter indwelling, the type of transplantation, the history of radiotherapy and the history of chronic diseases all significantly increased the risk of infection ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis further confirmed that those were independent risk factors affecting infection in these patients ($P<0.05$). In addition, the detection rate of mNGS pathogenic bacteria in 39 patients was significantly higher than that of traditional blood microorganisms. **Conclusions** The course of chemotherapy before stem cell transplantation, the indwelling duration of deep venous catheters, the history of radiotherapy and the history of chronic diseases are independent risk factors for infection in patients undergoing peripheral blood hematopoietic stem cell transplantation. The mNGS technology shows a higher positive detection rate in the detection of bloodstream infection pathogens, especially in the detection of viruses and rare pathogens. mNGS is superior to traditional methods.

【Key words】 Hematopoietic stem cell transplantation; Infection status; Influencing factors; Bloodstream infection; Risk factor

外周血造血干细胞移植(peripheral blood stem cell transplantation, PBSCT)是治疗多种恶性血液疾病的治疗手段^[1]。研究表明,移植后感染的发生率可高达 85.1%,与感染相关的死亡率则为 12%^[2]。由于患者在移植前接受大剂量化疗和免疫抑制治疗,导致移植后易发生多种感染^[3]。感染风险与基础病史、化疗次数、深静脉导管留置时间等有关^[4,5];同时,不同病原体在感染发生中的作用也不可忽视,其中肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌

和葡萄球菌近年来逐渐成为主要病原体^[6-8]。本研究通过回顾性分析我院干细胞移植中心患者的临床资料,探讨 PBSCT 患者的感染现状、影响因素、病原体特点及高通量测序(metagenomics next generation sequencing, mNGS)在感染中的应用价值,旨在为临床早期干预降低移植患者感染发生率提供科学依据,进一步优化移植患者的院感防控管理和治疗策略。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2023 年 1~12 月在我院干细胞移植中心进行 PBSCT 的患者 183 例。纳入标准:

【基金项目】 国家自然科学基金资助项目(编号:82300154)

【通讯作者】 高山

①入院行 PBSCT 治疗的患者;②入院时无任何活动性感染的临床症状或微生物学证据。为确认“无活动性感染”状态,所有患者在入院后、移植预处理开始前,均接受系统的感染筛查。筛查结果阳性者被排除本研究。③住院资料记录完整。排除标准:①合并其他恶性肿瘤;②临床资料记录不全。本研究已通过院伦理委员会审查批准,批件号:[2022]临伦审第(244)号,并获得豁免知情同意。本研究为探索性分析,旨在纳入观察期内所有符合标准的患者,未进行事前样本量估算。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 调查人员由院感专职人员组成,熟悉 PBSCT 相关疾病和医院感染诊断标准。通过电子病历系统对所有符合纳入标准的患者进行数据提取,信息包括:患者的性别、年龄、病程、疾病诊断、预处理方案、移植类型、置管类型及部位、是否接受化疗或放疗、是否有基础慢性疾病(高血压、糖尿病、肝炎史等)、实验室检查结果等。所有数据均由专业人员进行标准化录入,确保数据的准确性和一致性。

1.2.2 诊断标准 医院感染病例的判定依据中华人民共和国卫生行业标准《医院感染病例判定标准:通用原则》(WS/T857-2025)^[9]。通过病原学培养,结合患者的临床表现和实验室结果,进行综合判断,诊断包括呼吸道感染、血流感染、泌尿道感染及其他类型的医院感染。本研究中的所有病原菌分离鉴定检测结果均由上海交通大学医学院附属瑞金医院检验科/病毒室/微生物实验室出具,严格遵循国际标准化操作流程。样本采集、运输、培养及药敏试验均按照《全国临床检验操作规程》执行,确保结果的可重复性与准确性。mNGS 技术是宏基因组二代测序,是一种新型的病原微生物检测技术^[10]。mNGS 技术能够直接从患者样本中提取所有微生物的 DNA 或 RNA,通过高通量测序平台进行全面分析,无需预先假设疑似病原体种类,即可一次性检测数千种病原体,包括细菌、病毒、真菌、寄生虫等,极大地拓宽了检测范围,提高了诊断的准确性和敏感性。本次 183 例患者中 39 例疑似血流感染,经患者知情同意后在采集传统血培养标本的同时,留取额外血样进行 mNGS 检测。所有标本均在同一时间点采集,以确保检测结果的可比性。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 27.0 统计学软件处理数据。计数资料以例数(%)描述,比较采用卡方检验;计量资料以均数±标准差表示,比较采用 *t* 检验。为探讨患者感染与相关因素之间的关系,使用

单因素分析进行初步筛选,再采用 Logistic 回归分析进一步评估感染的独立危险因素。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基本信息 本研究共纳入 183 例接受 PBSCT 的患者,其中男 92 例(50.3%),女 91 例(49.7%);年龄 10~70 岁[(46.97±14.348)岁];主要包括多发性骨髓瘤 78 例(42.6%)和非霍奇金淋巴瘤 64 例(35.1%),急性淋巴细胞白血病 19 例(10.4%)和霍奇金淋巴瘤 14 例(7.7%),急性髓系白血病 5 例(2.7%),较少见再生障碍性贫血、地中海贫血和 POEMS 综合征各 1 例。183 例患者住院天数为(33.90±13.683)天。

2.2 病原菌分布情况 183 例患者送检标本中,共分离病原菌 156 株,见表 1。

表 1 PBSCT 患者分离病原菌的分布情况

病原菌	株数	构成比(%)
革兰阴性菌	51	32.7
大肠埃希菌	21	13.5
铜绿假单胞菌	7	4.5
肺炎克雷伯菌	7	4.5
鲍曼不动杆菌	3	1.9
阴沟肠杆菌	3	1.9
沙门菌属	2	1.3
结核分枝杆菌	2	1.3
嗜麦芽窄食单胞菌	2	1.3
奇异变形杆菌	2	1.3
副流感嗜血杆菌	1	0.6
布什枸橼酸杆菌	1	0.6
革兰阳性菌	86	55.1
粪肠球菌	30	19.2
金黄色葡萄球菌	11	7.1
溶血葡萄球菌	10	6.4
尿肠球菌	8	5.1
副溶血链球菌	6	3.9
人葡萄球菌	5	3.2
口腔链球菌	5	3.2
痤疮丙酸杆菌	2	1.2
其他革兰阳性菌	9	5.8
真菌	19	12.2
合计	156	100

2.3 PBSCT 发生感染和未发生感染的患者一般资料比较 183 例患者中,未感染者 66 例(36.1%),感染者 117 例(63.9%),两组移植前化疗疗程、移植期间住院天数、深静脉导管留置时长、移植类型、放疗史及慢病史等一般资料比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 发生感染和未发生感染的 PBSCT 患者一般资料比较

变量	总数 (<i>n</i> = 183)	未感染 (<i>n</i> = 66)	感染 (<i>n</i> = 117)	统计量	<i>P</i>
年龄(岁)	47.0±14.4	46.4±16.6	47.4±13.0	<i>t</i> = -0.44	0.664
病程(月)	10.1±10.1	11.0±14.2	9.6±6.8	<i>t</i> = 0.91	0.365
化疗疗程(次)	6.4±2.7	5.5±2.0	6.9±3.0	<i>t</i> = -3.60	<0.001
住院天数(天)	33.9±13.7	29.6±6.7	36.3±16.0	<i>t</i> = -3.99	<0.001
深静脉导管留置时长(天)	222.9±113.2	178.7±106.0	247.8±109.8	<i>t</i> = -4.14	<0.001
性别[<i>n</i> (%)] 男	92(50.3)	34(51.5)	58(49.6)	$\chi^2 = 0.06$	0.801
女	91(49.7)	32(48.5)	59(50.4)		
诊断[<i>n</i> (%)] 多发性骨髓瘤	78(42.6)	30(45.4)	48(41.0)		
非霍奇金淋巴瘤	64(35.0)	24(36.4)	40(34.2)	$\chi^2 = 2.11$	0.550
急性淋巴细胞白血病	19(10.4)	4(6.1)	15(12.8)		
其他	22(12.0)	8(12.1)	14(12.0)		
移植类型[<i>n</i> (%)] 自体	159(86.9)	62(93.9)	97(82.9)	$\chi^2 = 4.51$	0.034
异体	24(13.1)	4(6.1)	20(17.1)		
放疗史[<i>n</i> (%)]	60(32.8)	11(16.7)	49(41.9)	$\chi^2 = 12.17$	<0.001
慢病史[<i>n</i> (%)]	66(36.1)	13(19.7)	53(45.3)	$\chi^2 = 12.00$	<0.001
移植前化疗评估[<i>n</i> (%)] CR	138(75.4)	50(75.8)	88(75.2)	$\chi^2 = 0.01$	0.935
PR	45(24.6)	16(24.2)	29(24.8)		
深静脉置管导管类型[<i>n</i> (%)] PICC	103(56.3)	35(53.0)	68(58.1)	$\chi^2 = 0.44$	0.505
PORT	80(43.7)	31(47.0)	49(41.9)		
深静脉导管置管部位[<i>n</i> (%)] 左上肢	35(19.1)	12(18.2)	23(19.7)	$\chi^2 = 1.61$	0.447
右上肢	73(40.0)	23(34.8)	50(42.7)		
右胸壁	75(41.0)	31(47.0)	44(37.6)		

2.4 PBSCT 患者发生感染的多因素 Logistic 回归分析 进一步多因素 Logistic 回归分析结果显示,化疗疗程、深静脉导管留置时长、放疗史和慢病史是

影响外周血造血干细胞移植患者感染的独立危险因素(*P* < 0.05)。见表 3。

表 3 PBSCT 患者发生感染的多因素 Logistic 回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95%CI
Intercept	-6.21	1.28	-4.83	<0.001	0.00	0.00~0.02
化疗疗程(次)	0.30	0.09	3.26	0.001	1.35	1.13~1.61
住院天数	0.05	0.03	1.82	0.069	1.05	1.00~1.10
深静脉导管留置时长(天)	0.01	0.00	3.33	<0.001	1.01	1.01~1.01
移植类型异体	1.18	0.78	1.50	0.133	3.25	0.70~15.09
放疗史	1.29	0.46	2.83	0.005	3.64	1.49~8.94
慢病史	1.60	0.44	3.63	<0.001	4.95	2.09~11.73

2.5 PBSCT 患者感染部位分布 本研究对 117 例发生感染的 PBSCT 患者进行感染部位分析(部分患者存在 2 个或以上的感染部位),主要感染部位是消化道感染(腹泻患者及时粪便细菌+真菌培养送检),占 40.3%。见表 4。

2.6 血流感染分析 在 39 例发生血流感染的患者中,分别采用血 mNGS 检测和传统血培养方法进行病原体检测。结果显示,mNGS 的阳性检出率为 87.2%(34/39),显著高于传统血培养的 23.1%(9/39),差异有统计学意义(*P* < 0.001)。在病原体种类方面,mNGS 共检出细菌 12 种 25 株,包括阴沟肠杆

菌(1 株)、大肠埃希菌(4 株)、鲍曼不动杆菌(2 株)、结核分枝杆菌复合群(1 株)、肺炎克雷伯菌(2 株)、金黄色葡萄球菌(4 株)、铜绿假单胞菌(1 株)、嗜麦芽窄食单胞菌(1 株)、口腔链球菌(5 株)、屎肠球菌(1 株)、人葡萄球菌(2 株)及单核细胞李斯特菌(1 株);检出真菌 2 株,分别为白色念珠菌和热带假丝酵母菌。此外,mNGS 还检出 9 种病毒共 38 株,包括人类疱疹病毒 I 型(7 株)、人类疱疹病毒 5 型(6 株)、细环病毒(6 株)、JC 多瘤病毒(5 株)、人类疱疹病毒 6B 型(4 株)、乙肝病毒(4 株)、人类疱疹病毒 4 型(3 株)、肝炎 GB 病毒 C 型(2 株)及人

类疱疹病毒 6A 型(1 株)。而传统血培养方法只检测出 3 种 6 株细菌病原体,未检测出真菌和病毒。值得注意的是,mNGS 检出混合感染 15 例,而传统血培养方法未能检出任何混合感染病例。

表 4 PBSCT 患者感染部位分布

感染部位	感染例数	构成比(%)
血流感染	39	29.1
导管感染	3	2.2
上呼吸道	9	6.7
下呼吸道	9	6.7
消化道	54	40.3
皮肤软组织	17	12.8
泌尿道	2	1.5
其他	1	0.7
合计	134	100

3 讨论

3.1 PBSCT 患者感染现状和相关危险因素分析

PBSCT 过程中的感染风险仍然是影响患者预后和生存率的重要因素。据文献报道,Auto-HSCT 后患者的感染性疾病发生率 50%~98%,肝、肾损害 0%~27.9%;其中感染主要包括血流感染、呼吸道感染、导管相关感染^[11]、肛周感染、各类真菌感染等。本次回顾性研究结果显示,移植前化疗疗程与感染风险显著相关,每增加一个化疗疗程,感染风险增加 35%(OR=1.35,95%CI:1.13~1.61, $P=0.001$)。深静脉导管留置时长对感染发生有显著影响,每增加一天导管留置时间,感染风险增加 1%(OR=1.01,95%CI:1.01~1.01, $P<0.001$)。移植前有放疗史的患者感染风险显著增加,放疗患者的感染风险是未接受放疗患者的 3.64 倍(OR=3.64,95%CI:1.49~8.94, $P=0.005$)。此外,慢病史也是感染的显著危险因素,有慢病史的患者感染风险为无慢病史患者的 4.95 倍(OR=4.95,95%CI:2.09~11.73, $P<0.001$),主要原因为慢病糖尿病患者体内免疫细胞 CD4⁺T/CD8⁺T 失衡,NKT 细胞杀伤细胞、B 细胞功能异常;高血糖状态使免疫球蛋白糖基化,糖化后的免疫球蛋白功能受损;慢病高血压患者常同时存在心脑血管器官功能损害,住院治疗中易受到相关因素影响且出现医院感染的情况。本次研究结果 PBSCT 患者院感发生率为 63.9%,其中,血流感染 29.1%,消化道感染 40.3%,上下呼吸道感染 13.4%,皮肤软组织感染 12.8%,导管感染 2.2%,与国内外相关研究报告结果无明显差异^[12];主要原因是 PBSCT 患者大剂量化疗预处理后,继发性中性粒细胞减少症,其免疫防御功能受损、黏膜屏障损伤、微生物菌群失调等^[13]。此外,由于免疫功能尚未重建,感染发生率显著提高,造血干细胞移植后感染

因素复杂,病情危重且进展迅速^[8]。

在肿瘤患者中,中心静脉导管的置入使微生物容易在导管内壁定植,甚至形成生物膜,从而增加血液病患者发生中心静脉导管相关感染的风险^[14]。化疗结合放疗治疗在血液恶性肿瘤中是主要的治疗之一,但是放射治疗在带来治疗效果的同时,也引发一系列并发症,有关文献报道至少 50%的头颈肿瘤患者在接受放疗治疗时会出现吸入性肺炎^[15]。此外有研究报道,严重的基础疾病也是导致造血干细胞移植患者感染的关键因素之一^[16,17]。本研究发现,感染的发生与多项临床因素密切相关,包括移植前化疗疗程、移植期间住院天数、深静脉导管留置时长、放疗史以及慢性疾病史,在不同程度上显著增加了感染的风险,并且通过多因素分析,确认其为外周造血干细胞移植患者感染的独立危险因素,需在预防和管理中予以重点关注,有效预防和减少感染的发生^[18~20]。

3.2 mNGS 在病原菌检测中的应用 本研究中 mNGS 检测共检出细菌 12 种 25 株,真菌 2 种,还检测出病毒 9 种 38 株,并发现 1 例弓形虫感。相较之下,传统病原学检测的阳性检出率较低,共检出 3 种 6 株细菌,0 种真菌,且 mNGS 检测在 24 小时内就能出报告,大大缩短了病原菌检测出的时间。本研究中,mNGS 检出了如阴沟肠杆菌、鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌等常见病原菌,而传统血培养未能检出。可能原因包括:采血前已使用抗生素抑制细菌生长,多项研究证实,经验性抗感染治疗会显著降低血培养的阳性率,而 mNGS 同样会受影响,但其检测死菌/裂解菌的 DNA 能力优于传统培养^[21]。感染早期或间歇性菌血症阶段细菌载量低,研究发现^[22] mNGS 的阳性率(69.5%)远超血培养(33.9%),证明了分子技术在检测低丰度病原体时的优越性;传统培养条件不适宜某些菌株生长;混合感染中存在优势菌掩盖效应^[23];以及细菌可能以 L 型或胞内形式存在,难以通过培养检出^[24]。mNGS 技术不依赖病原体存活状态,能够更全面地反映感染病原谱,尤其在复杂感染或经验性治疗效果不佳时,具有重要的临床补充价值。mNGS 显著提高了复杂感染的检测灵敏度和特异性,能够检测出更广泛的病原微生物种类,尤其是在复杂感染的情况下提升了感染病原的阳性检出率^[25]。未来在 PBSCT 患者的感染管理中,应更加关注这些非典型病原体的存在。尽管 mNGS 技术展示了其在病原检测中的潜力,但由于本研究为单中心回顾性研究,样本量相对有限,进一步的多中心大规模研究仍需进行,以更全面地评估 mNGS 在临

床应用中的效用。同时, mNGS 检测的高成本和复杂性也需在实际应用中进行成本效益分析, 以确保其广泛推广的可行性。

3.3 对临床工作的启示与建议 本研究明确了 PBSCT 患者感染的独立危险因素, 提示临床应从以下几方面加强干预: ①建立感染风险分层管理机制。针对具有多疗程化疗史、放疗史、慢性病史及深静脉导管留置时间较长的患者, 应在入院早期即进行感染风险评分, 制定个体化感染防控计划。对于高风险人群, 应考虑缩短导管留置时间, 优先选择感染风险较低的置管方式, 并加强导管日常维护与监测。②其次, 强化导管相关感染的预防措施。鉴于深静脉导管留置时长是独立危险因素, 建议临床推广每日导管必要性评估机制, 尽早拔除非必需的导管。同时, 应加强对导管置入点局部皮肤及连接装置的消毒管理, 提升护理操作的规范性与同质化水平。③推动 mNGS 技术在感染早期诊断中的合理应用。本研究证实 mNGS 在病原体检测, 尤其是病毒、混合感染及少见病原体方面具有显著优势。建议在临床高度怀疑血流感染但传统培养阴性、病情进展迅速或经验性抗感染治疗无效时, 尽早启动 mNGS 检测。医疗机构应根据自身条件, 制定 mNGS 检测的应用指征与费用控制策略, 避免资源浪费。④加强多学科协作与患者教育。感染防控涉及护理、检验、药学、感染控制等多个专业, 建议建立以血液科为主导、多学科协同的工作机制。同时, 应对患者及家属开展导管维护、口腔卫生、皮肤护理等相关知识的健康教育, 提高其自我管理能力, 降低院内外感染风险。

综上, 随着 PBSCT 不断发展, 越来越多的患者得以通过这一治疗方式战胜血液系统恶性肿瘤, 临床工作中针对有慢病史、放化疗史、长期留置深静脉导管等相关因素的患者, 感染的防治应结合临床因素密切进行关注, 采取有效的防控措施, 减少感染并发症的发生, 移植感染的防控应从“识别风险→干预关键环节→优化检测手段→强化团队协作”四个维度系统推进, 为实现感染“可防、可控、可治”提供临床路径支撑。同时, mNGS 技术在 PBSCT 患者感染病原的检测中具有明显优势但成本较高, 未来应结合实际, 做好在临床实践中的应用。

【参考文献】

- [1] 刁良平, 王滢, 曹鸿梅. 造血干细胞移植的女性血液系统疾病患者卵巢功能不全的发生及治疗研究进展[J]. 实用医院临床杂志, 2024, 21(3): 189-193.
- [2] Asaf Y, Ansgar S, Anita L, et al. Immune reconstitution after allogeneic haematopoietic cell transplantation: from observational studies to targeted interventions [J]. *Frontiers in Pediatrics*, 2022, 9: 786017.
- [3] Shuyun W, Yan S, Nan S, et al. Characteristics, outcomes, and clinical indicators of bloodstream infections in neutropenic patients with hematological malignancies: a 7-year retrospective study [J]. *Infection and Drug Resistance*, 2023, 16: 4471-4487.
- [4] 姚显名, 王明明, 施香君, 等. 异基因造血干细胞移植并发肛周感染的危险因素分析[J]. 护理学杂志, 2024, 39(16): 90-93.
- [5] 郭文静. 异基因造血干细胞移植患者发生感染的相关因素[J]. 河南医学研究, 2023, 32(8): 1400-1403.
- [6] 吴莹莹, 刘倍材, 刘练金, 等. 造血干细胞移植后血流感染的临床分析[J]. 中国实验血液学杂志, 2022, 30(1): 292-297.
- [7] 陈书连, 梁晨, 申昱妍, 等. 造血干细胞移植患者植入前期血流感染的病原学特点及预后分析[J]. 中国感染与化疗杂志, 2023, 23(4): 426-432.
- [8] 武珂, 关丽娜, 张杰勇, 等. 造血干细胞移植患者口腔溃疡和血流感染临床研究[J]. 中国实验血液学杂志, 2023, 31(3): 866-870.
- [9] 中南大学湘雅医院, 中国医学科学院北京协和医院, 中国医科大学附属第一医院, 等. 医院感染病例判定标准: 通用原则 WS/T 857—2025 [J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(8): 1175-1177.
- [10] 张梦月, 杨炯, 杜荣辉, 等. 宏基因组二代测序在结核性胸膜炎中的诊断价值[J]. 临床内科杂志, 2023, 40(4): 275-276.
- [11] Grau D, Clarivet B, Lotthé A, et al. Complications with peripherally inserted central catheters (PICCs) used in hospitalized patients and outpatients: a prospective cohort study [J]. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 2017, 6(1): 1-8.
- [12] Ohbayashi Y, Imataki O, Uemura M, et al. Oral microorganisms and bloodstream infection in allogeneic hematopoietic stem cell transplantation [J]. *Clinical Oral Investigations*, 2021, 25(7): 1-9.
- [13] Jifeng Y, Hao S, Weijie C, et al. Applications of gut microbiota in patients with hematopoietic stem-cell transplantation [J]. *Experimental Hematology & Oncology*, 2020, 9(1): 35.
- [14] 韩如慧, 金美娟, 钱雪峰, 等. 造血干细胞移植患者发生中心静脉导管相关血流感染的多因素研究[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(2): 127-131.
- [15] Katarina GP, Alfred WR, Tamer R, et al. Dose-volume relationship for laryngeal substructures and aspiration in patients with locally advanced head-and-neck cancer [J]. *Radiation Oncology (London, England)*, 2019, 14(1): 49.
- [16] Lei G, Yuqian S, Fanyi M, et al. Antifungal prophylaxis of patients undergoing allogeneic hematopoietic stem cell transplantation in China: a multicenter prospective observational study [J]. *Journal of Hematology & Oncology*, 2016, 9(1): 97.
- [17] Kimura M, Araoka H, Yamamoto H, et al. Clinical and microbiological characteristics of breakthrough candidemia in allogeneic hematopoietic stem cell transplant recipients in a Japanese hospital [J]. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 2017, 61(4): e1716-e1791.
- [18] 中国医药生物技术协会. 自体造血干细胞移植规范 [J]. 中国医药生物技术, 2022, 17(1): 75-93.
- [19] 杨红梅, 姚宁. 系统性护理模式对造血干细胞移植患者口腔黏膜的影响 [J]. 河南医学研究, 2023, 32(13): 2473-2477.
- [20] 单淑慧, 胡静, 刘佳, 等. 成人造血干细胞移植患者饮食管理最佳证据总结 [J]. 护理学报, 2024, 31(16): 67-73.