

血液系统恶性肿瘤患者呼吸道病毒感染的临床特征分析

彭悦行 李蓉 毕慧

云南省昆明市五华区昆明医科大学第二附属医院

DOI:10.12238/bmtr.v7i6.17056

[摘要] 血液系统恶性肿瘤 (HMs) 患者因免疫抑制成为重症呼吸道病毒感染的高危人群。本文基于第10届欧洲白血病感染大会 (ECIL-10) 指南与最新文献, 综述常见 HMs 合并呼吸道病毒感染的流行病学、临床特征与风险因素。常见病原体包括呼吸道合胞病毒 (RSV)、流感病毒 (IFV) 及严重急性呼吸系统综合征冠状病毒 2 (SARS-CoV-2)。分析表明, 高龄、淋巴细胞严重减少以及接受嵌合抗原受体 T 细胞 (CAR-T) 免疫疗法是共同的高危因素。本文强调应建立风险分层管理策略, 强化早期诊断与干预, 推动快速分子诊断与新型抗病毒治疗研究。

[关键词] 血液系统恶性肿瘤; 呼吸道病毒感染; 免疫抑制; 临床特征; 风险分层

中图分类号: R733 文献标识码: A

Analysis of Clinical Characteristics of Respiratory Viral Infections in Patients with Hematologic Malignancies

Yuexing Peng, Rong Li, Hui Bi

The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Wuhua District, Kunming, Yunnan Province

[Abstract] Patients with hematological malignancies (HMs) constitute a high-risk group for severe respiratory viral infections due to immunosuppression. Based on the guidelines of the 10th European Conference on Leukemia Infections (ECIL-10) and the latest literature, this article reviews the epidemiology, clinical characteristics, and risk factors of common HMs complicated with respiratory viral infections. Common pathogens include respiratory syncytial virus (RSV), influenza virus (IFV), and severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). The analysis indicates that advanced age, severe lymphopenia, and receipt of chimeric antigen receptor T-cell (CAR-T) immunotherapy are common high-risk factors. This article emphasizes the need to establish risk stratification management strategies, strengthen early diagnosis and intervention, and promote rapid molecular diagnosis and research on novel antiviral treatments.

[Key words] hematological malignancies; respiratory viral infections; immunosuppression; clinical characteristics; risk stratification

1 背景

血液系统恶性肿瘤 (Hematologic Malignancies, HMs) 患者常因疾病本身及如造血干细胞移植或嵌合抗原受体 T 细胞免疫疗法 (Chimeric Antigen Receptor T-cell, CAR-T 疗法) 等治疗所致免疫抑制, 成为呼吸道病毒感染及相关重症的高危人群。流行病学数据显示, 该人群呼吸道感染率高达 20%-40%, 是下呼吸道感染与非复发死亡的主要诱因。本文基于 ECIL-10 等国际指南与最新进展, 重点分析不同病种 (如白血病、淋巴瘤、多发性骨髓瘤、骨髓增生异常综合征) 合并感染的临床特征与风险因素。

2 流行病学与疾病负担

呼吸道感染是 HMs 患者最常见且最严重的并发症

之一。荟萃分析显示, 在住院或造血干细胞移植 (Hematopoietic Stem Cell Transplantation, HCT) 后的 HMs 患者中, 呼吸道感染总体发生率达 20%-40%。是导致下呼吸道感染 (Lower Respiratory Tract Infection, LRTI) 的首要病原体, 显著高于细菌或真菌^[1]。感染常造成化疗中断、住院时间延长, 更是导致非复发死亡的重要原因之一, 死亡率可达 10%-20%, 在 HCT 后患者中尤为显著^[2]。常见的呼吸道病毒 (包括医院和社区获得性) 包括呼吸道合胞病毒 (Respiratory syncytial virus, RSV)、流感病毒 (Influenza virus, IFV)、严重急性呼吸系统综合征冠状病毒 2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, SARS-CoV-2)、副流感病毒 (Human Parainfluenza Virus, HPIV) 及人偏肺病

毒 (Human Metapneumovirus, hMPV) 等, 不同病毒引发的疾病负担各异:

呼吸道合胞病毒 (RSV): 在 HMs 患者中感染率高, 且易进展为严重的 LRTI。一项中国山东地区的社区监测表明, 在 0-6 个月的 HMs 婴幼儿中, RSV 感染率可达 37.96%, 而 ≥61 岁的老年人群中更是高达 43.48%^[3], 值得注意的是, 该数据来源于社区监测, 而住院 HMs 患者中的病毒负荷和疾病严重程度通常更高 (参见图 1 住院队列数据)。在异基因造血干细胞移植 (Allogeneic Hematopoietic Stem Cell Transplantation, allo-HSCT) 受者中, RSV 感染相关死亡率显著增高^[2]。

流感病毒 (IFV): 尤其是甲型流感病毒 (Influenza A virus, IAV), 是 HMs 患者中各年龄组均常见的呼吸道病原体。数据显示, 即便在 7-16 岁的青少年 HMs 患者中, IAV 感染比例也高达 21.44%^[3]。对于接受 HCT 或 CAR-T 疗法的成人, 其流感重症风险尤为显著, 尽管感染率与社区相近。主要流行株包括甲型流感病毒 H1N1pdm09 株、H3N2 株以及乙型流感病毒 Victoria 系, 此类患者中流感相关 LRTI 的发生率为 15% - 30%^[4]。研究证实, HMs 患者感染流感后 LRTI 进展率 (42%) 和 60 天全因死亡率 (16%) 均较高^[5]。与新型冠状病毒肺炎 (Corona virus disease 2019, COVID-19) 早期毒株的比较研究进一步揭示, 后者在 HMs 中引发的急性呼吸窘迫综合征发生率和病毒相关 30 天及 90 天死亡率均显著高于流感组 (分别为 48% vs. 14%, 28% vs. 8%, 41% vs. 12%)^[6]。这表明, 在 COVID-19 大流行的早期 (主要为原始毒株和 Alpha 变异株流行阶段), 其对 HMs 患者构成的短期死亡风险远高于季节性流感。此外, 年龄是另一关键因素, ≥65 岁患者的感染风险增至年轻患者的 2.31 倍^[7]。

严重急性呼吸系统综合征冠状病毒 2 (SARS-CoV-2): 不同亚型 HMs 患者感染 COVID-19 的死亡风险差异显著。根据 EPICOVIDEHA 这一大型国际注册研究对 3801 例患者的分析^[8], 髓系恶性肿瘤患者预后最差, 其死亡率 (急性髓细胞白血病为 40%, 骨髓增生异常综合征为 42.3%) 显著高于淋巴增殖性疾病患者 (约 31%-33%)。此外, ≥65 岁老年患者死亡率 (34.8%) 显著高于年轻患者 (12.6%)^[8-9]。

副流感病毒 (HPIV): 虽然 HPIV 在 HMs 患者中的总体检出率低 (2.4%), 但其临床后果最为严重。国际多中心研究显示, HPIV 相关的总体死亡率 (21.3%) 与 30 天死亡率 (19.4%) 均显著高于 IFV、RSV 及 SARS-CoV-2^[10]。这主要源于缺乏特效抗病毒药物以及感染者常存在严重的 T 细胞免疫功能缺陷。

其他病毒: 如鼻病毒 (Rhinovirus, HRV) 和 hMPV 在免疫低下宿主中亦可引起严重感染^[3]。研究数据显示, 在 3-6

岁 HMs 患儿中, HPIV 的感染占 8.93%; 而 hMPV 在 0-6 个月婴幼儿中的感染比例为 4.49%^[3]。

近期一项多中心研究 (EPICOVIDEHA/EPIFLUEHA 2023-2024) 进一步明确了病原体分布 (图 1), 显示 RSV 与 IFV 是 HMs 患者中检出率最高的两种呼吸道病毒^[10]。

血液肿瘤患者呼吸道病毒病原体分布

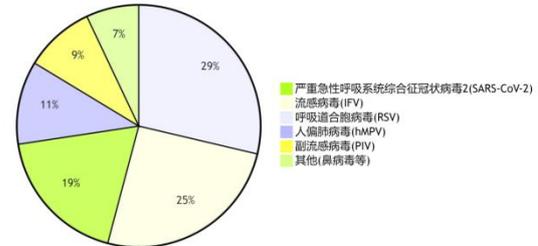


图 1 血液系统恶性肿瘤患者常见呼吸道病毒检出率分布

数据来源: EPICOVIDEHA/EPIFLUEHA 2023-2024^[10]。

注: 本图为住院患者队列中病毒核酸检测阳性率, 与社区筛查研究^[3]存在人群差异, 不宜直接比较绝对值。结果显示, RSV 检出率最高, IFV 次之, 提示二者为当前防控重点。SARS-CoV-2: 严重急性呼吸系统综合征冠状病毒 2; IFV: 流感病毒; RSV: 呼吸道合胞病毒; hMPV: 人偏肺病毒; HPIV: 副流感病毒; HRV: 鼻病毒。

3 不同血液肿瘤的感染特征

3.1 白血病

白血病患者由于异常造血及免疫功能受损^[11,12], 对呼吸道病毒尤为易感, 这在 IFV、COVID-19 等多种病毒感染中均有体现^[6,13]。2021 年我国白血病患者约 53.1 万例, 其疾病负担主要集中在 45 岁以上人群 (占新发病例的 70.88%)^[14]。研究显示, 无论年龄大小, 白血病患者均面临极高的呼吸道感染风险。≥60 岁急性髓系白血病 (Acute Myeloid Leukemia, AML) 患者诱导缓解期下呼吸道感染发生率可达 57.14%^[15]; 而儿童急性淋巴细胞白血病 (Acute Lymphoblastic Leukemia, ALL) 患儿诱导缓解期总体感染发生率高达 95.7%, 其中呼吸道感染占 40.5%^[16]。其高风险主要源于疾病相关的免疫缺陷以及强化疗、HCT 等治疗。例如, AML 患者接受中高剂量阿糖胞苷巩固治疗后, 医院感染率高达 72.7%, 其中呼吸道感染占 57.3%^[17]。HCT 后患者因免疫重建延迟, LRTI 风险也显著升高^[18]。在病毒特异性临床结局方面, 如前文所述, HPIV 感染虽不常见, 但在 HMs 患者中死亡率最高^[10]。对于本就存在严重免疫缺陷的白血病患者, 尤其是接受强化疗或移植后 T 细胞功能恢复延迟者, 一旦感染 HPIV, 其进展为重度肺炎和死亡的风险极高, 临床需给予最高级别的警惕。RSV 感染对白血病患者同样构成显著负担, 不仅因其进展为 LRTI 后死亡率高 (可达 18%)^[19], 更因其在该人群中感染

率居高。一项回顾性分析显示,在181例合并RSV感染的HMs患者中,AML患者占比最高(39%,71/181),凸显了该群体面临的突出风险^[20]。

3.2 淋巴瘤

淋巴瘤是起源于淋巴造血系统的克隆性恶性肿瘤,主要分为霍奇金淋巴瘤(Hodgkin Lymphoma, HL)和非霍奇金淋巴瘤(Non-Hodgkin Lymphoma, NHL)。由于疾病本身及治疗相关免疫抑制(如淋巴细胞减少、T细胞功能失调,以及化疗、免疫检查点抑制剂或CD19 CAR-T疗法等),使其成为呼吸道病毒感染的高危人群^[19,21-25]。我国该病患者以老年为主(60岁以上比例高达58%)^[26],感染负担沉重。不同亚型感染特征各异:NHL(尤其B细胞亚型)患者因体液与细胞免疫双重缺陷,对COVID-19尤为脆弱,病死率报告为41%,远高于实体瘤患者^[27];HL患者则以上呼吸道机会性感染更为常见^[19]。值得注意的是,淋巴瘤患者的IFV感染率(57.5%)高于多发性骨髓瘤(48.8%)^[5],这可能归因于更频繁接受利妥昔单抗等导致B细胞耗竭治疗,此类治疗会严重削弱抗体应答与病毒清除能力,导致包括COVID-19病毒长期阳性在内的不良结局^[23-24,27]。最终,此类患者感染后常进展为重症,易合并细菌感染,病死率高。

3.3 多发性骨髓瘤

多发性骨髓瘤(Multiple Myeloma, MM)是好发于老年人的浆细胞恶性肿瘤,其发病与死亡高峰在70-74岁^[28]。该类患者合并肺炎发生率高达18%(对照组4%),其中病毒性肺炎(如RSV、IFV)在免疫抑制状态下更易进展为重症^[29,30]。除高龄、淋巴细胞减少等共通风险因素外,MM患者特有的免疫缺陷使其对呼吸道病毒高度易感。低丙种球蛋白血症(尤其是低IgG/IgA水平)是MM患者易感的核心机制,导致黏膜与系统性体液免疫应答双重受损,从而显著增加感染风险。尽管IgG型MM最为常见(50%-60%),但多克隆免疫球蛋白减少导致其感染风险较健康人群升高约15倍^[29]。此外,疾病分期(如R-ISS和DS分期)越高,反映免疫抑制越重,感染后临床过程也更凶险^[29,30]。治疗方面,蛋白酶体抑制剂、免疫调节剂、抗CD38单抗等靶向药物及自体造血干细胞移植(Autologous Hematopoietic Stem Cell Transplantation, ASCT)均会进一步削弱免疫功能。研究显示,MM患者的RSV感染率(65.1%)显著高于淋巴瘤患者(28.9%),其感染风险为健康对照的16.1倍,提示MM是RSV感染预后最差的血液肿瘤群体^[19,29,31]。有单中心研究报告MM患者的副流感病毒3型(Human parainfluenza virus 3, HPIV-3)感染率可高达80%^[32],故除了RSV与IFV,亦需警惕HPIV-3。这些病毒感染易引起咳嗽、发热及呼吸困难,并常继发细菌或真菌感染,临床需加强早期干预。

3.4 骨髓增生异常综合征

骨髓增生异常综合征(myelodysplastic syndromes, MDS)是一组血细胞减少和向AML转化为特征的髓系肿瘤^[33]。该类患者免疫功能严重受损,是呼吸道病毒感染及相关重症的高危人群。其感染以下呼吸道为主(肺部感染发生率31.78%)^[34]。此外,病原体谱广泛,除RSV、IFV、HPIV和SARS-CoV-2外,机会性病毒感染(如腺病毒,感染率9%)亦常见^[35]。其高风险因素主要包括疾病本身导致的严重血细胞减少(如血红蛋白<80g/L或血小板<50×10⁹/L)^[34],以及去甲基化药物或HCT所致的T细胞功能耗竭与中性粒细胞缺乏(ANC<0.5×10⁹/L)^[34,36]。此类患者感染后临床结局差,如SARS-CoV-2感染死亡率高达42.3%,与AML患者相当(40%),显著高于淋巴增殖性疾病患者(约31%-33%)^[8],凸显该类患者在严重呼吸道病毒感染下的极端脆弱性。RSV感染在老年MDS患者中负担显著,并可增加心血管事件风险,提示其临床结局较差^[37]。综上,对伴有严重血细胞减少、接受免疫抑制治疗或处于疾病进展期的MDS患者,应尽早识别和干预呼吸道病毒感染。

4 讨论

未来需着力于深化病毒与肿瘤免疫微机制研究,推动快速分子诊断与新型疗法的临床转换,并通过多学科协助与国际登记研究,构建个体化的精准风险管理体系。

5 结论

综上所述,严重的免疫抑制状态使血液系统恶性肿瘤患者成为呼吸道病毒感染及相关重症的高危人群,其临床特征存在异质性,建立风险分层防治体系是核心策略。展望未来,随着诊断与治疗技术的进步,对该类患者感染的管理必将迈向更早期、更精准的新阶段,从而显著改善其总体预后。

[参考文献]

- [1]GABUTTI G,DE MOTOLI F,SANDRI F,et al. Viral Respiratory Infections in Hematological Patients[J/OL]. Infectious Diseases and Therapy,2020,9(3):495-510.
- [2]VAKIL E,SHESHADRI A,FAIZ S A,et al. Risk factors for mortality after respiratory syncytial virus lower respiratory tract infection in adults with hematologic malignancies[J/OL]. Transplant Infectious Disease,2018,20(6):e12994.
- [3]ZHANG J,YANG T,ZOU M,et al. The epidemiological features of respiratory tract infection using the multiplex panels detection during COVID-19 pandemic in Shandong province, China[J/OL]. Scientific Reports,2023,13(1):6319.
- [4]VON LILIENFELD-TOAL M,KHAWAJA F,COMPAGNO F,et al. Community-acquired respiratory virus infections in

patients with haematological malignancies or undergoing haematopoietic cell transplantation: updated recommendations from the 10th European Conference on Infections in Leukaemia[J/OL]. *The Lancet Infectious Diseases*,2025,08:S1473309925003652.

[5]VILAR - COMPTE D,SHAH D P,VANICHANAN J,et al. Influenza in patients with hematological malignancies: Experience at two comprehensive cancer centers[J/OL]. *Journal of Medical Virology*,2018,90(1):50–60.

[6]GHANDILI S,NIEDERWIESER C,WEISEL K,et al. A Comparative Outcome Analysis of COVID-19 and Influenza Infection in Patients with Hematological Malignancies[J/OL]. *Blood*,2021,138(Supplement 1):2286–2286.

[7]NAKASHIMA H,FUJIWARA S ichiro,HONDA S,et al. Risk factors for influenza virus infection in patients with hematological disease[J/OL]. *Leukemia & Lymphoma*,2025,66(9):1675–1681.

[8]PAGANO L,SALMANTON-GARCÍA J,MARCHESI F,et al. COVID-19 infection in adult patients with hematological malignancies: a European Hematology Association Survey (EPICOVIDEHA)[J/OL]. *Journal of Hematology & Oncology*,2021,14(1):168.

[9]HOSSEINI-MOGHADDAM S M,SHEPHERD F A,SWAYZE S,et al. SARS-CoV-2 Infection, Hospitalization, and Mortality in Adults With and Without Cancer[J/OL]. *JAMA Network Open*,2023,6(8):e2331617.

[10]SALMANTON - GARCÍA J,MARCHESI F,NAVRÁTIL M,et al. Respiratory Viruses in Patients With Hematological Malignancy in Boreal Autumn/Winter 2023 - 2024: EPICOVIDEHA - EPIFLUEHA Report[J/OL]. *American Journal of Hematology*,2025,100(3):358–374.

[11]LIU J,JIANG P,LU Z,et al. Decoding leukemia at the single-cell level: clonal architecture, classification, microenvironment, and drug resistance[J/OL]. *Experimental Hematology & Oncology*,2024,13(1):12.

[12]LUGER S M. Introduction to a Blood Spotlight series on acute myeloid leukemia[J/OL].*Blood*,2025,145(24):2801–2802.

[13]ALHUMAID S,AL NOAIM K,ALMUSLIM A A,et al. COVID-19 infection in children with blood cancer: A systematic review[J/OL]. *Annals of Hematology*,2025,104(2):1203–1230.

[14]WANG M,TANG L,DENG S. Trends in the burden of

leukemia in China from 2010 to 2021[J/OL]. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*,2024,8(8):6932.

[15]袁萍,张睿,陈斗佳,等.急性髓系白血病诱导缓解期患者下呼吸道感染的危险因素分析[J].*中华医院感染学杂志*,2017,27(20):4637–4640.

[16]刘畅,付文凤,张姮,等.儿童急性淋巴细胞白血病诱导缓解期并发严重感染的临床分析[J].*南京医科大学学报(自然科学版)*,2023,43(9):1239–1244.

[17]张倩雯,葛晓燕,车瑀,等.急性髓系白血病中高剂量阿糖胞苷巩固治疗后医院感染发生情况分析[J].*肿瘤研究与床*,2022,34(2):111–115.

[18]CHEMALY R F,SHAH D P,BOECKH M J. Management of Respiratory Viral Infections in Hematopoietic Cell Transplant Recipients and Patients With Hematologic Malignancies[J/OL]. *Clinical Infectious Diseases*,2014,59(supp_5):S344–S351.

[19]SHAFAT T,DE-LA-ROSA-MARTINEZ D,KHAWAJA F,et al. Outcomes and Risk Factors for Influenza and Respiratory Syncytial Virus Lower Respiratory Tract Infections and Mortality in Patients With Lymphoma or Multiple Myeloma: A 7-Year Retrospective Cohort Study[J/OL]. *Open Forum Infectious Diseases*,2025,12(4):ofaf127.

[20]AZZI J M,KYVERNITAKIS A,SHAH D P,et al. Leukopenia and lack of ribavirin predict poor outcomes in patients with haematological malignancies and respiratory syncytial virus infection[J/OL]. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*,2018,73(11):3162–3169.

[21]HONG H,CHOI S M,JEON Y woo,et al. The Outcome of SARS-CoV-2 Infection in Patients with Lymphoma and the Risk Factors for the Development of Pneumonia[J/OL]. *Infection & Chemotherapy*,2024,56(3):378.

[22]GORDON C L,SMIBERT O C,HOLMES N E,et al. Defective Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Immune Responses in an Immunocompromised Individual With Prolonged Viral Replication[J/OL]. *Open Forum Infectious Diseases*,2021,8(9):ofab359.

[23]LOS-ARCOS I,AGUILAR-COMPANY J,RUIZ-CAMPS I. Risk of infection associated with new therapies for lymphoproliferative syndromes[J/OL]. *Medicina Clínica (English Edition)*,2020,154(3):101–107.

[24]FIELD K,SLAVIN M A,SEYMOUR J F. Severe respiratory syncytial virus pneumonia complicating fludarabine and cyclophosphamide treatment of chronic lymphocytic

c leukemia[J/OL]. *European Journal of Haematology*,2002, 69(1):54–57.

[25]SHAFAT T,KHAWAJA F,ANGELIDAKIS G,et al. P–729.

Prognostic Value of the Immunodeficiency Scoring Index for Respiratory Viral Infections in Hematopoietic Cell Transplant Recipients[J/OL]. *Open Forum Infectious Diseases*,2025,12(Supplement_1):ofae631.925.

[26]LIU W,LIU J,SONG Y,et al. Burden of lymphoma in China, 1990–2019: an analysis of the global burden of diseases, injuries, and risk factors study 2019[J/OL]. *Ageing*,2022,14(7):3175–3190.

[27]吴炫璐,丁心,郑焱华,等.新型冠状病毒感染对B细胞非霍奇金淋巴瘤的影响综述[J].*实用临床医药杂志*,2024,28(2):137–142.

[28]ZHUGE L,LIN X,FAN Z,et al. Global, regional and national epidemiological trends of multiple myeloma from 1990 to 2021: a systematic analysis of the Global Burden of Disease study 2021[J/OL]. *Frontiers in Public Health*,2025,13:1527198.

[29]BLIMARK C H,CARLSON K,DAY C,et al. Risk of infections in multiple myeloma. A population-based study on 8672 multiple myeloma patients diagnosed 2008–2021 from the Swedish Myeloma Registry[J/OL]. *Haematologica*,2024–07–18.<https://haematologica.org/article/view/haematol.2024.285645>.

[30]范龙玲,唐玉梅,夏清,等.多发性骨髓瘤患者合并肺部感染的危险因素分析[J].*护理与康复*,2021,20(12):20–23.

[31]KHAWAJA F,CHEMALY R F. Respiratory syncytial virus in hematopoietic cell transplant recipients and patients with hematologic malignancies[J/OL]. *Haematologica*,2019, 104(7):1322–1331.

[32]TIMSIT S,MELLON G,FORGEARD N,et al. Clinical and

Epidemiological Insights into a Parainfluenza Virus Type 3 Outbreak in Multiple Myeloma Patients[J/OL]. *Journal of Medical Virology*,2025,97(5):e70411.

[33]KAREL D,VALBURG C,WODDOR N,et al. Myelodysplastic Neoplasms (MDS): The Current and Future Treatment Landscape[J/OL].*Current Oncology*,2024,31 (4):1971–1993.

[34]SU Shuang, GUO Xiaoling, NIE Ziyuan, et al. Profiling of the risk factors for infection in patients receiving hypomethylating[J]. *Chinese Journal of Infection and Chemotherapy*, 2023,23(4):459–466.

[35]ROLDAN E,PUYUELO A,CAMARILLAS S,et al. Long-Term Outcomes and Late Complications of Allogeneic Stem Cell Transplant with CD34+ Positive Selection in Adults with Acute Leukaemia and Myelodysplastic Syndrome: A Single-Centre Study[J/OL]. *Blood*,2024,144(Supplement 1):3545–3545.

[36]ONTIVEROS–AUSTRIA J,RODRIGUEZ– RODRIGUEZ S,DE MICHELIS R,et al. Risk Factors Associated to Severe Episodes of Infection in Myelodysplastic Syndromes[J/OL].*Blood*,2023,142(Supplement 1):6493–6493.

[37]VERSCHOOR C P,CERASUOLO J O,CASWELL J M,et al. Respiratory Syncytial Virus (RSV)-Related Hospitalization and Increased Rate of Cardiovascular Events in Older Adults[J/OL]. *Journal of the American Geriatrics Society*,2025–07–23:jgs.19591.

作者简介:

彭悦行(2000–),男,汉族,云南昆明人,昆明医科大学第二附属医院血液内科,在读硕士研究生。

李蓉(2001–),女,汉族,云南曲靖人,昆明医科大学第二附属医院血液内科,在读硕士研究生。

毕慧(1971–),女,主任医师,昆明医科大学第二附属医院血液内科,硕士生导师。