

· 论著 ·

1990—2021 年中国和全球白血病疾病负担分析

刘佳 米瑞华 陈琳 魏旭东

郑州大学附属肿瘤医院/河南省肿瘤医院血液科, 郑州 450008

通信作者: 魏旭东, Email: weixudong63@126.com

【摘要】 目的 对比分析中国和全球白血病疾病负担及其变化趋势, 为白血病防控提供参考依据。**方法** 从 2021 年全球疾病负担数据库中提取 1990—2021 年中国和全球白血病发病、死亡及伤残调整寿命年 (DALYs) 数据, 对比分析白血病疾病负担水平, 计算平均年度变化百分比 (AAPC) 反映时间变化趋势。**结果** 2021 年中国白血病年龄标化发病率 (ASIR) 为 7.21/10 万, 高于全球的 5.63/10 万, 年龄标化死亡率 (ASMR) 为 3.42/10 万, 低于全球的 3.89/10 万, 年龄标化 DALYs 率为 151.54/10 万, 高于全球的 136.94/10 万, 三项指标在中国和全球均为男性大于女性。中国和全球 5 岁以下, 50 岁及以上人群白血病 ASIR、ASMR 及年龄标化 DALYs 率均处于较高水平。中国急性淋巴细胞白血病 ASIR、ASMR 及年龄标化 DALYs 率均最高, 全球范围内急性髓系白血病三项指标均最高。1990—2021 年中国和全球白血病的 ASIR 均呈下降趋势, AAPC 分别为 -0.02% ($95\%CI: -0.22\% \sim 0.19\%$, $t=-0.15$, $P=0.884$) 和 -0.66% ($95\%CI: -0.74\% \sim -0.58\%$, $t=-16.64$, $P<0.001$); 中国和全球 ASMR 均呈显著下降趋势, AAPC 分别为 -2.03% ($95\%CI: -2.16\% \sim -1.89\%$, $t=-28.83$, $P<0.001$) 和 -1.16% ($95\%CI: -1.23\% \sim -1.09\%$, $t=-31.91$, $P<0.001$); 中国和全球年龄标化 DALYs 率均呈显著下降趋势, AAPC 分别为 -2.63% ($95\%CI: -2.79\% \sim -2.47\%$, $t=-31.30$, $P<0.001$) 和 -1.64% ($95\%CI: -1.72\% \sim -1.55\%$, $t=-36.88$, $P<0.001$)。**结论** 中国白血病 ASIR、ASMR、年龄标化 DALYs 率均呈下降趋势, 但 ASIR、年龄标化 DALYs 率高于全球, 需根据性别、年龄及白血病亚型进一步开展强化监管及防治对策。

【关键词】 白血病; 疾病负担; 发病; 死亡; 伤残调整寿命年

基金项目: 国家自然科学基金 (82170151)

DOI: 10.3760/cma.j.cn331340-20241008-00168

Analysis of the disease burden of leukemia in China and globally, 1990-2021

Liu Jia, Mi Ruihua, Chen Lin, Wei Xudong

Department of Hematology, the Affiliated Cancer Hospital of Zhengzhou University & Henan Cancer Hospital, Zhengzhou 450008, China

Corresponding author: Wei Xudong, Email: weixudong63@126.com

【Abstract】 Objective To compare and analyze the disease burden of leukemia in China and globally, along with its changing trends, in order to provide a reference for leukemia prevention and control. **Methods** Data on leukemia incidence, mortality and disability adjusted life years (DALYs) in China and globally during 1990-2021 were extracted from the Global Burden of Disease 2021. The disease burden of leukemia was compared and analyzed, and average annual percentage change (AAPC) was calculated to reflect the trend over time. **Results** In 2021, the age-standardized incidence rate (ASIR) of leukemia in China was 7.21/100 000, higher than the global rate of 5.63/100 000. The age-standardized mortality rate (ASMR) in China was 3.42/100 000, lower than the global rate of 3.89/100 000. The age-standardized DALYs rate in China was 151.54/100 000, higher than the global rate of 136.94/100 000. In both China and globally, males had higher rates than females across all three indicators. In both China and globally, males had higher rates than females across all three indicators. The ASIR, ASMR, and age-standardized DALYs rates of leukemia for the population under 5 years old and 50 years old and above were high in both China and globally. In China, the ASIR, ASMR, and age-standardized DALYs rates for acute lymphoblastic leukemia were the highest, while three indexes of acute myeloid leukemia globally were the highest. From 1990 to 2021, the ASIR of leukemia showed a decreasing trend both in China and globally, with AAPC of -0.02% ($95\%CI: -0.22\%$ to 0.19% , $t=-0.15$, $P=0.884$) and -0.66% ($95\%CI: -0.74\%$ to -0.58% , $t=-16.64$, $P<0.001$), respectively. Both China and the

global ASMR showed a significant decreasing trend, with AAPC of -2.03% (95%CI: -2.16% to -1.89% , $t=-28.83$, $P<0.001$) and -1.16% (95%CI: -1.23% to -1.09% , $t=-31.91$, $P<0.001$), respectively. The age-standardized DALYs rates in China and globally also showed a significant decreasing trend, with AAPC of -2.63% (95%CI: -2.79% to -2.47% , $t=-31.30$, $P<0.001$) and -1.64% (95%CI: -1.72% to -1.55% , $t=-36.88$, $P<0.001$), respectively. **Conclusions** The ASIR, ASMR, and age-standardized DALYs rates for leukemia in China have shown a decreasing trend. However, the ASIR and age-standardized DALYs rates in China remain higher than the global average. Further enhanced surveillance and preventive measures should be implemented based on gender, age, and leukemia subtype.

[Key words] Leukemia; Disease burden; Incidence; Death; Disability adjusted life years

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82170151)

DOI:10.3760/cma.j.cn331340-20241008-00168

白血病是一类以成熟白细胞及其前体在血液和骨髓中不受控制的恶性增殖为特征的造血干细胞恶性克隆疾病^[1],主要包括急性淋巴细胞白血病(acute lymphocytic leukemia, ALL)、急性髓系白血病(acute myeloid leukemia, AML)、慢性淋巴细胞白血病(chronic lymphocytic leukemia, CLL)和慢性髓系白血病(chronic myeloid leukemia, CML)4种亚型,在所有血液恶性肿瘤类型中负担最高^[2-3]。据 GLOBOCAN 2020 显示,2020 年全球新发白血病例 47.45 万例,居恶性肿瘤发病的第 15 位,死亡 31.16 万例,居恶性肿瘤死因的第 11 位^[4]。2023 中国肿瘤登记地区白血病居恶性肿瘤发病谱第 15 位,死亡谱第 11 位^[5]。白血病在各个年龄段都可能发病,是 5 岁以下儿童最常见的癌症,死亡率最高,给个人、家庭和国家带来了沉重的负担^[6]。本研究基于 2021 年全球疾病负担研究(Global Burden of Disease 2021, GBD 2021)最新研究成果,旨在探讨中国和全球白血病疾病负担及其变化趋势,以期为白血病的防治提供参考。

资料与方法

一、数据来源

研究数据来源于 GBD 2021,利用 GBD 结果工具 (<http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>) 提取 1990—2021 年有关中国和全球白血病发病、死亡和伤残调整寿命年(disability adjusted life years, DALYs)数据。GBD 2021 包括 204 个国家和地区的 371 种疾病和伤害、88 种危险因素造成的归因疾病

负担数据,主要利用 IHME 贝叶斯回归工具 DisMod-MR 2.1 进行分析、建模和估算,根据 GBD 世界人口年龄别分组对相关率指标进行标准化,采用 95%不确定性区间(uncertainty interval, UI)来反映数据偏差和模型构建不确定性^[7-8]。GBD 数据库中的中国数据主要来源于全国人口普查、人口调查、疾病监测点系统和死因登记报告信息系统^[9]。

二、统计学分析

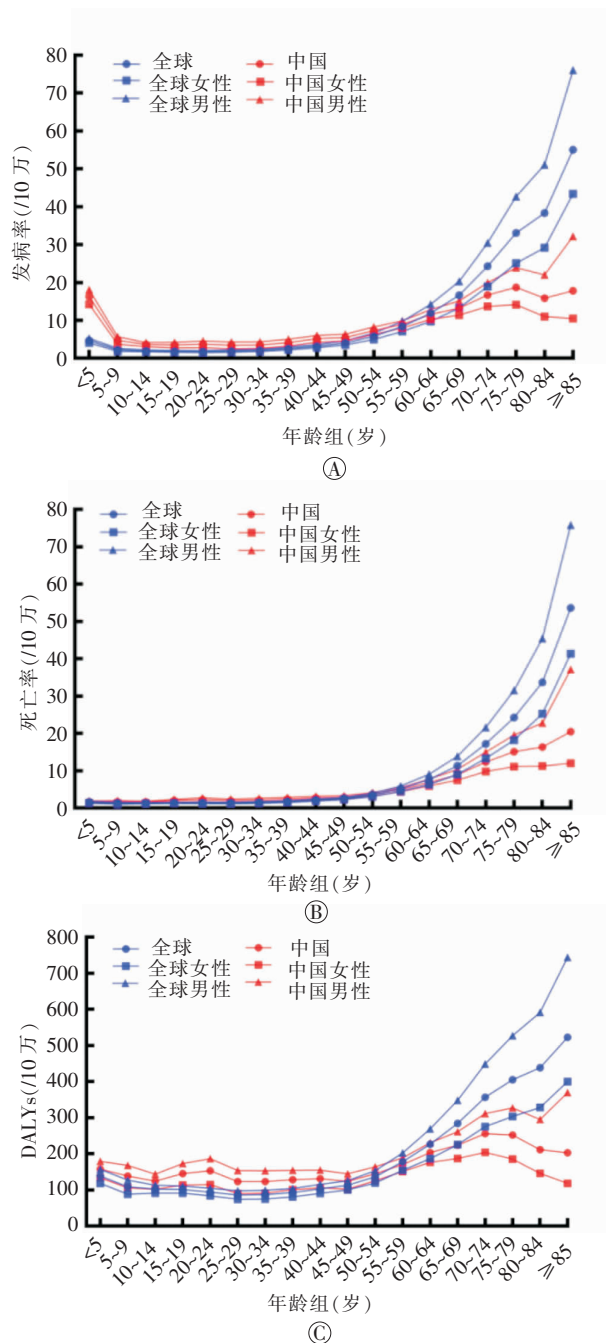
利用 R 4.1.2 软件整理分析数据,采用对数线性回归模型计算平均年度变化百分比(average annual percentage change, AAPC)及其 95%CI 分析年龄标化率(age-standardized rate, ASR)变化趋势,当 AAPC>0 时,表明 ASR 有上升趋势,当 AAPC<0 时,表明 ASR 有下降趋势, t 检验计算 AAPC 的 P 值,以 $P<0.05$ 反映趋势变化具有统计学意义。GraphPad Prism 9.5.0 绘图展示白血病年龄别分布及其时间变化情况。

结 果

一、白血病发病情况及其变化趋势

2021 年,中国白血病新发病例 105 667 例,占全球白血病新发病例数 22.9%(105 667/461 423),全球新发病例数男女比为 1.33:1,中国男女比为 1.45:1。就疾病类型而言,中国 ALL 在白血病新发病例数占比最多,为 36.5%(38 571/105 667),全球 AML 占比最多,为 31.35%(144 646/461 423)。发病年龄均集中在<5 岁和≥50 岁的人群,见图 1 A。

2021 年中国白血病年龄标化发病率(age-



注: DALYs: 伤残调整寿命年

图 1 2021 年中国和全球白血病发病、死亡及 DALYs 年龄别情况

standardized incidence rate, ASIR) 为 7.21/10 万, 高于全球 ASIR 的 5.63/10 万, 见表 1。1990—2021 年, 中国白血病 ASIR 的 AAPC 为 -0.02% ($95\%CI: -0.22\% \sim 0.19\%$, $t=-0.15$, $P=0.884$), 男性呈显著上升趋势 (AAPC: 0.27% , $95\%CI: 0.08\% \sim 0.45\%$, $t=2.84$, $P=0.004$), 女性呈显著下降趋势 (AAPC: -0.44% , $95\%CI: -0.69\% \sim -0.2\%$, $t=-3.56$, $P<0.001$)。全球白

血病的 ASIR 呈显著下降趋势 (AAPC: -0.66% , $95\%CI: -0.74\% \sim -0.58\%$, $t=-16.64$, $P<0.001$), 男性和女性均呈下降趋势。全球 ALL、CLL、AML、CML 的 ASIR 均呈下降趋势, 而中国 ALL (AAPC: 0.09% , $95\%CI: -0.35\% \sim 0.53\%$, $t=0.39$, $P=0.695$)、CLL (AAPC: 2.25% , $95\%CI: 2.15\% \sim 2.35\%$, $t=45.39$, $P<0.001$) 的 ASIR 呈上升趋势, AML (AAPC: -1.12% , $95\%CI: -1.22\% \sim -0.97\%$, $t=-16.62$, $P<0.001$)、CML (AAPC: -1.83% , $95\%CI: -2.18\% \sim -1.48\%$, $t=-10.13$, $P<0.001$) 的 ASIR 呈显著下降趋势, 见图 2 ①和 3 ①。

二、白血病死亡情况及其变化趋势

中国白血病死亡 58 903 例, 占全球白血病死亡病例数的 18.39% (58 903/320 284)。全球白血病死亡数男女比为 1.31:1, 中国男女比为 1.48:1。中国白血病死亡病例以 ALL 占比最高, 达 34.99% (20 613/58 903), 全球以 AML 占比最高, 为 40.65% (130 189/320 284)。中国和全球白血病人死亡年龄均集中在 <5 岁和 ≥ 50 岁的人群中见图 1 ②。

2021 年中国白血病年龄标化死亡率 (age-standardized mortality rate, ASMR) 为 3.42/10 万, 低于全球的 3.89/10 万, 见表 1。分析显示, 1990—2021 年, 中国白血病 ASMR 呈显著下降趋势 (AAPC: -2.03% , $95\%CI: -2.16\% \sim -1.89\%$, $t=-28.83$, $P<0.001$), 男性和女性均呈显著下降趋势。全球 ASMR 呈显著下降趋势 (AAPC: -1.16% , $95\%CI: -1.23\% \sim -1.09\%$, $t=-31.91$, $P<0.001$), 男性和女性均呈显著下降趋势。中国和全球 ALL、CLL、AML、CML 的 ASMR 均呈显著下降趋势, 见图 2 ③和 3 ③。

三、白血病 DALYs 情况及其变化趋势

中国白血病 DALYs 为 2 205 221 人年, 占全球白血病 DALYs 的 20.08% (2 205 221/10 982 836), 男性 DALYs 高于女性, 全球白血病 DALYs 男女比为 1.34:1, 中国男女比为 1.53:1。中国 ALL 在白血病 DALYs 中占比最多, 为 41.92% (9 24 422/2 205 221), 而全球以 AML 占比最多, 为 37.65% (4 135 056/10 982 836)。5 岁以下、50 岁及以上人群 DALYs 率较高, 见图 1 ③。

2021 年中国白血病年龄标化 DALYs 率为

表 1 1990 和 2021 年中国和全球白血病年龄标化发病率、死亡率及伤残调整寿命年(/10 万,95%*UI*)

指标	中国		全球	
	1990 年	2021 年	1990 年	2021 年
发病情况	7.14 (5.52, 8.58)	7.21 (4.93, 9.05)	6.89 (6.22, 7.49)	5.63 (4.83, 6.17)
性别				
男	7.71 (5.07, 9.99)	8.51 (5.14, 11.38)	8.08 (6.99, 9.18)	6.84 (5.51, 7.81)
女	6.68 (4.59, 8.24)	5.92 (3.44, 7.70)	5.93 (5.01, 6.56)	4.60 (3.81, 5.06)
疾病分型				
急性淋巴细胞白血病	3.38 (2.39, 4.49)	3.64 (2.00, 5.05)	1.79 (1.42, 2.24)	1.37 (0.95, 1.64)
急性髓系白血病	1.46 (0.80, 2.24)	1.03 (0.69, 1.45)	1.77 (1.43, 2.16)	1.73 (1.51, 1.98)
慢性淋巴细胞白血病	0.72 (0.42, 0.98)	1.42 (0.88, 2.00)	1.55 (1.41, 1.64)	1.39 (1.16, 1.56)
慢性髓系白血病	0.38 (0.17, 0.55)	0.21 (0.11, 0.33)	0.94 (0.81, 1.07)	0.43 (0.33, 0.51)
其他类型	1.20 (0.70, 1.66)	0.91 (0.44, 1.26)	0.84 (0.64, 1.08)	0.71 (0.51, 0.90)
死亡情况	6.46 (5.04, 7.66)	3.42 (2.51, 4.26)	5.56 (4.97, 6.13)	3.89 (3.34, 4.25)
性别				
男	7.08 (4.71, 9.27)	4.22 (2.73, 5.71)	6.55 (5.51, 7.58)	4.79 (3.91, 5.59)
女	5.97 (4.19, 7.39)	2.70 (1.77, 3.50)	4.82 (4.01, 5.36)	3.17 (2.64, 3.49)
疾病分型				
急性淋巴细胞白血病	3.05 (2.17, 4.02)	1.36 (0.78, 1.75)	1.55 (1.21, 1.96)	0.90 (0.62, 1.05)
急性髓系白血病	1.45 (0.80, 2.21)	0.88 (0.59, 1.24)	1.69 (1.36, 2.08)	1.57 (1.37, 1.80)
慢性淋巴细胞白血病	0.55 (0.33, 0.74)	0.44 (0.28, 0.63)	0.83 (0.74, 0.90)	0.55 (0.46, 0.62)
慢性髓系白血病	0.36 (0.17, 0.52)	0.10 (0.06, 0.16)	0.72 (0.59, 0.84)	0.28 (0.21, 0.34)
其他类型	1.05 (0.64, 1.49)	0.65 (0.34, 0.88)	0.77 (0.60, 0.98)	0.60 (0.44, 0.75)
伤残调整寿命年情况	343.57 (260.79, 414.78)	151.54 (108.71, 185.06)	226.31 (195.52, 258.90)	136.94 (111.89, 153.71)
性别				
男	364.46 (229.02, 471.03)	181.16 (114.56, 241.04)	253.00 (197.99, 309.56)	160.41 (121.78, 190.31)
女	323.54 (213.29, 406.25)	120.73 (79.29, 152.53)	202.53 (156.01, 237.17)	115.29 (92.39, 127.61)
疾病分型				
急性淋巴细胞白血病	195.79 (136.54, 262.37)	74.06 (42.86, 94.99)	94.89 (72.48, 123.29)	48.86 (34.15, 57.46)
急性髓系白血病	75.09 (37.56, 127.44)	36.96 (25.32, 52.46)	65.55 (48.34, 88.77)	50.79 (42.16, 60.37)
慢性淋巴细胞白血病	17.07 (9.95, 23.04)	14.11 (8.74, 19.93)	18.10 (15.54, 19.95)	11.81 (9.25, 13.53)
慢性髓系白血病	15.59 (7.13, 22.70)	3.65 (2.06, 6.03)	22.72 (17.36, 26.99)	8.30 (5.86, 10.59)
其他类型	40.03 (22.76, 54.83)	22.76 (11.20, 31.14)	25.05 (18.41, 32.79)	17.18 (12.08, 22.52)

151.54 /10 万，高于全球 136.94/10 万，见表 1。1990—2021 年中国白血病年龄标化 DALYs 率呈显著下降趋势(AAPC:−2.63%,95%CI:−2.79% ~ −2.47%, $t=-31.30,P<0.001$),男女均呈显著下降趋势。全球白血病年龄标化 DALYs 率呈显著下降趋势(AAPC:−1.64%,95%CI:−1.72% ~ −1.55%, $t=-36.88,P<0.001$),男女均呈显著下降趋势。中国和全球 ALL、CLL、AML 和 CML 年龄标化 DALYs 率均呈显著下降趋势,见图 2 ©和 3 ©。

讨 论

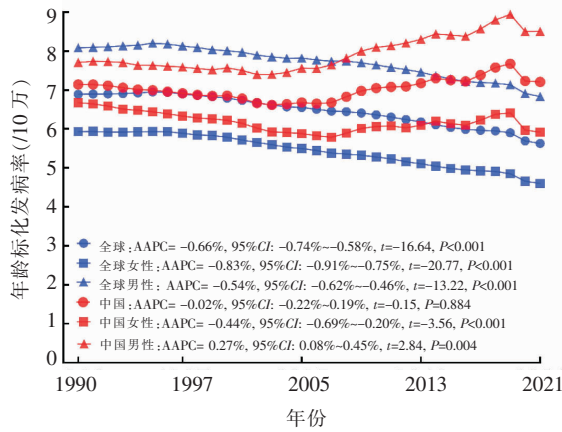
白血病异质性大,治愈难度高,尽管近年来靶向药物、细胞治疗和异基因造血干细胞移植等治疗手段极大改善了白血病患者的预后,但原发耐药和

复发仍是其治疗失败的主要原因^[10]。白血病一旦复发,患者生存质量差,生存率低,成年 AML 患者 5 年总体生存率仅为 30%~40%^[11],且白血病致病机制不明确,目前尚未有明确的预防控制措施。了解白血病疾病负担和变化趋势,对今后制定有针对性的预防和控制措施具有重要意义。

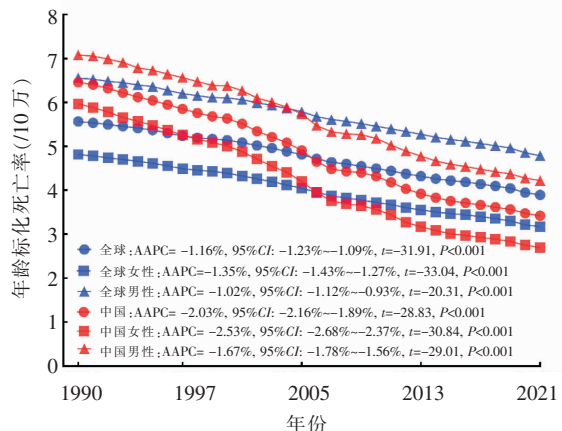
一、中国白血病的 ASIR 高于全球

本研究结果显示,2021 年中国白血病 ASIR 为 7.21/10 万，高于全球的 5.63/10 万,1990—2021 年中国白血病 ASIR 下降无统计学意义(AAPC:−0.02%,95%CI:−0.22% ~ 0.19%, $P=0.884$),白血病仍将是威胁我国人群健康的重要疾病。

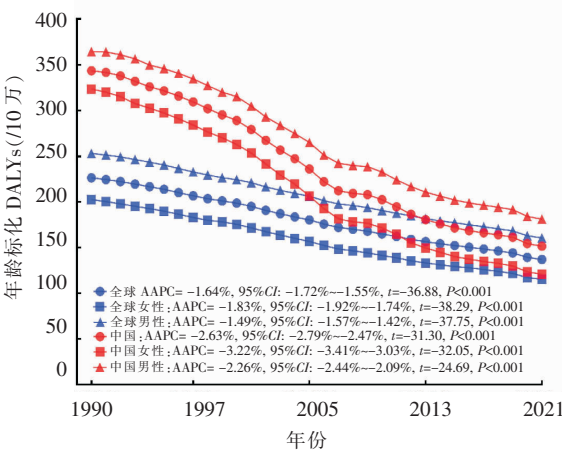
白血病作为一种多因素疾病,疑似的危险因素可分为家族性、遗传性、环境性(甲醛、高剂量电离



(A)



(B)

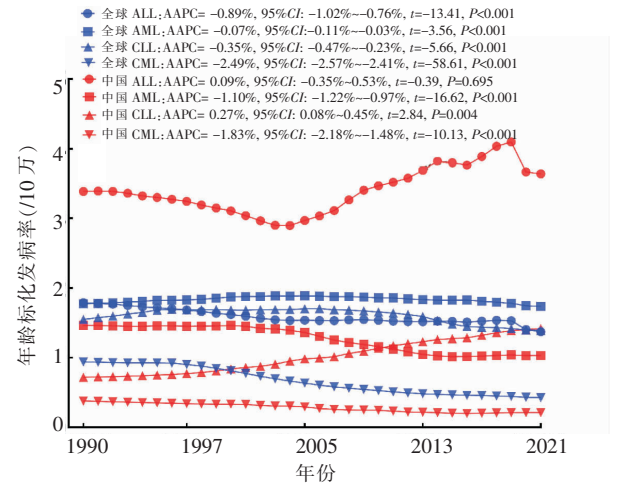


(C)

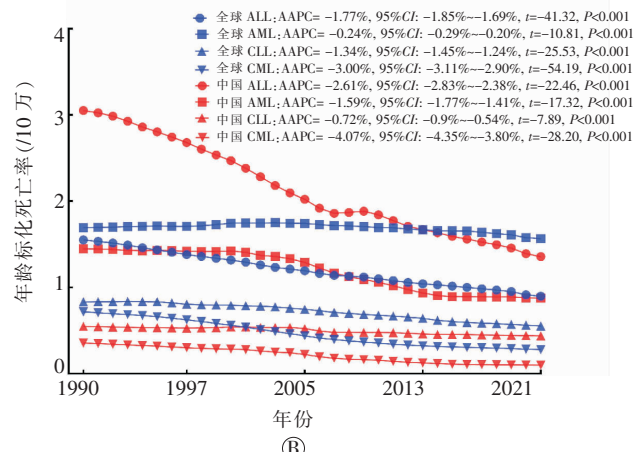
注: DALYs: 伤残调整寿命年; AAPC: 平均年度变化百分比

图 2 1990—2021 年中国和全球不同性别白血病发病、死亡及 DALYs 变化趋势

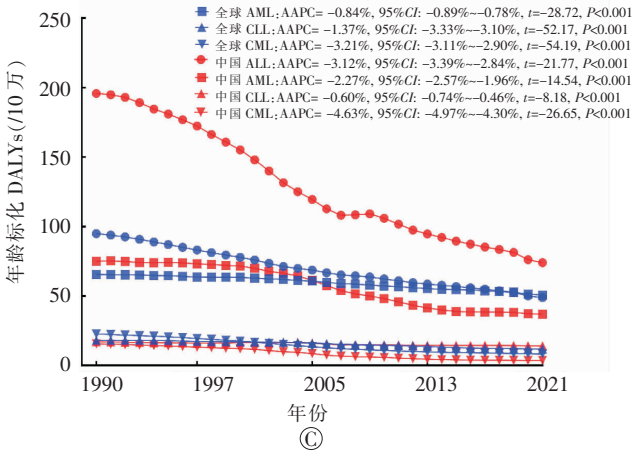
辐射、化疗、电磁场)和生活方式(吸烟、肥胖、饮食摄入)。高 BMI 显著增加白血病的患病率, BMI 每增加 5 kg/m², 白血病的风险增加 9%^[12]。动物和体外实



(A)



(B)



(C)

注: ALL: 急性淋巴细胞白血病; AML: 急性髓系白血病; CLL: 慢性淋巴细胞白血病; CML: 慢性髓系白血病; DALYs: 伤残调整寿命年; AAPC: 平均年度变化百分比

图 3 1990—2021 年中国和全球不同亚型白血病发病、死亡及 DALYs 变化趋势

验发现, 苯的靶器官是骨髓, 其有毒代谢物可以通过多种方式攻击造血干细胞, 引起血液毒性^[13]。在中国和全球, 白血病 ASIR 均呈现男性大于女性的特

点,且中国男性 ASIR 呈上升趋势,这与男性更容易暴露于以上危险因素中有关。

有研究表明,白血病的终生诊断风险为 1.6%,随着年龄的增长,其风险增加^[14-16],当前老龄化进程的加速使老年白血病防控压力不断增大。此外,《国家儿童肿瘤监测年报 2020》表明,白血病是儿童第一高发肿瘤。多项研究证实,儿童白血病发病率逐年上升与环境暴露有关,包括辐射、空气污染、化学物质暴露、交通烟雾和烟草等^[17]。这都与本研究所示的 5 岁以下、55 岁及以上人群白血病 ASIR 处于较高水平一致。

本研究显示,中国 ALL 的 ASIR 最高,1990—2021 年 ALL 和 CLL 的 ASIR 均呈上升趋势,而在全球范围内,AML 的 ASIR 最高,4 种类型白血病的 ASIR 均呈下降趋势。队列研究表明,甲醛暴露与白血病,特别是髓性白血病有正相关^[18]。高 BMI 尤其会增加 CML 的风险^[19]。因此针对不同亚型开展防控十分必要。

二、中国白血病的 ASMR 低于全球,年龄标化 DALYs 率高于全球,均呈显著下降趋势

2021 年中国白血病 ASMR 为 3.42/10 万,低于全球的 3.89/10 万,1990—2021 年中国和全球 ASMR、年龄标化 DALYs 率均呈下降趋势,这可能得益于生活水平的提高和现代医疗技术的不断进步。新的治疗策略和靶向药物的出现,尤其是在中国的广泛应用,使得白血病患者的总体生存期和生活质量得到了显著改善^[20-23]。然而中国年龄标化 DALYs 率为 151.54/10 万,仍高于全球的 136.94/10 万,表明中国白血病疾病负担不容忽视,防控仍面临挑战。

本文男性白血病死亡率高于女性,与多个研究结果相符^[24-25],可能与男性更容易暴露于职业风险、高社会压力和不健康生活方式有关,且男性对医嘱的遵行度和对治疗的坚持方面逊于女性。此外,老年患者因为高危因素多、不能耐受强化疗、治疗相关并发症发生率高等原因,死亡率较高,因此应开展早诊早治,进一步提高老年白血病治疗水平。同时不同白血病亚型的死亡率和 DALYs 也各不相同^[26]。在过去的几十年里,酪氨酸激酶抑制剂(如伊马替

尼^[27]和尼罗替尼^[28])被批准用于 CML 的一线治疗,使得 CML 的预后和总生存期有了明显的改善^[29]。据 HAEMACARE 研究报道,欧洲 CML 的生存率从 1994 年的 37%^[30]提高到 2002 年的 44.9%^[31]。本研究显示,中国和全球范围内,CML 的 ASMR 和年龄标化 DALYs 率的 AAPC 绝对值均最大,呈下降趋势,与报道相符。

三、研究的局限性

本研究存在的局限性表现为:第一,GBD 2021 数据来源众多,质量参差不齐,可能会对疾病负担和风险暴露水平的估计产生影响;第二,GBD 2021 公布的数据是根据 GBD 模型估算出的,而疾病发生的不可控因素较多,包括人口、环境、卫生、经济等多方面因素,因此本研究的预测结果与实际发生情况可能会有偏差;第三,本文所示,中国白血病 ASIR 在 2010—2019 年呈上升趋势,2019—2021 年呈下降趋势,白血病 ASIR 变化趋势可能会受新型冠状病毒感染疫情影响。

综上所述,1990—2021 年中国白血病防控取得了一定成果,ASIR、ASMR 和年龄标化 DALYs 率均呈下降趋势,但 ASIR 和年龄标化 DALYs 率高于全球,今后仍需根据性别、年龄及病因类型进一步开展强化监管并制订防治对策。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 刘佳:文章撰写与修改,采集和分析数据;米瑞华:数据分析和解释、论文审阅;陈琳:数据分析和解释、论文审阅;魏旭东:方案设计、论文审阅、研究工作指导

参 考 文 献

- [1] Juliusson G, Hough R. Leukemia[J]. Prog Tumor Res, 2016, 43: 87-100. DOI: 10.1159/000447076.
- [2] Zhang N, Wu J, Wang Q, et al. Global burden of hematologic malignancies and evolution patterns over the past 30 years[J]. Blood Cancer J, 2023, 13(1): 82. DOI: 10.1038/s41408-023-00853-3.
- [3] Ou Z, Yu D, Liang Y, et al. Analysis of the Global Burden of Disease study highlights the trends in death and disability-adjusted life years of leukemia from 1990 to 2017[J]. Cancer Commun (Lond), 2020, 40(11): 598-610. DOI: 10.1002/cac2.12094.
- [4] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-

249. DOI: 10.3322/caac.21660.
- [5] 赫捷,魏文强. 2021 中国肿瘤登记年报[M]. 北京:人民卫生出版社,2023.
- [6] Lin L, Yan L, Liu Y, et al. Incidence and death in 29 cancer groups in 2017 and trend analysis from 1990 to 2017 from the Global Burden of Disease Study[J]. *J Hematol Oncol*, 2019, 12(1): 96. DOI: 10.1186/s13045-019-0783-9.
- [7] GBD 2017 Mortality Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality and life expectancy, 1950-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2018, 392 (10159):1684-1735. DOI:10.1016/S0140-6736(18)31891-9.
- [8] Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990-2021: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2024, 403 (10440): 2162-2203. DOI: 10.1016/S0140-6736 (24) 00933-4.
- [9] Xu T, Wang B, Liu H, et al. Prevalence and causes of vision loss in China from 1990 to 2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet Public Health*, 2020, 5(12): e682-e691. DOI: 10.1016/S2468-2667(20)30254-1.
- [10] DiNardo CD, Erba HP, Freeman SD, et al. Acute myeloid leukaemia[J]. *Lancet*, 2023, 401(10393): 2073-2086. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)00108-3
- [11] Moors I, Vandepoele K, Philippé J, et al. Clinical implications of measurable residual disease in AML: Review of current evidence [J]. *Crit Rev Oncol Hematol*, 2019, 133:142-148. DOI: 10.1016/j.critrevonc.2018.11.010
- [12] Bhaskaran K, Douglas I, Forbes H, et al. Body-mass index and risk of 22 specific cancers: A population-based cohort study of 5·24 million UK adults[J]. *Lancet*, 2014, 384(9945): 755-765. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60892-8.
- [13] Chow PW, Abdul Hamid Z, Chan KM, et al. Lineage-related cytotoxicity and clonogenic profile of 1,4-benzoquinone-exposed hematopoietic stem and progenitor cells[J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2015, 284(1): 8-15. DOI: 10.1016/j.taap.2015.01.016.
- [14] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(1): 7-30. DOI: 10.3322/caac.21332.
- [15] Juliusson G, Lazarevic V, Hörstedt AS, et al. Acute myeloid leukemia in the real world: Why population-based registries are needed[J]. *Blood*, 2012, 119(17): 3890-3899. DOI: 10.1182/blood-2011-12-379008.
- [16] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018; 68(6): 394-424. DOI:10.3322/caac.21492.
- [17] Greaves M, Cazzaniga V, Ford A. Can we prevent childhood Leukaemia?[J]. *Leukemia*, 2021, 35(5): 1258-1264. DOI: 10.1038/s41375-021-01211-7.
- [18] Pinkerton LE, Hein MJ, Stayner LT. Mortality among a cohort of garment workers exposed to formaldehyde: An update[J]. *Occup Environ Med*, 2004, 61(3):193-200. DOI: 10.1136/oem.2003.007476.
- [19] Leiba A, Duek A, Afek A, et al. Obesity and related risk of myeloproliferative neoplasms among israeli adolescents[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2017, 25(7): 1187-1190. DOI: 10.1002/oby.21863.
- [20] Antar AI, Otrrock ZK, Jabbour E, et al. FLT3 inhibitors in acute myeloid leukemia: Ten frequently asked questions[J]. *Leukemia*, 2020, 34(3): 682-696. DOI: 10.1038/s41375-019-0694-3.
- [21] Song Y, Zhou K, Zou D, et al. Zanubrutinib in relapsed/refractory mantle cell lymphoma: Long-term efficacy and safety results from a phase 2 study[J]. *Blood*, 2022, 139(21): 3148-3158. DOI: 10.1182/blood.2021014162.
- [22] Phelan KW, Advani AS. Novel therapies in acute lymphoblastic leukemia[J]. *Curr Hematol Malig Rep*, 2018, 13(4): 289-299. DOI: 10.1007/s11899-018-0457-7.
- [23] Dombret H, Gardin C. An update of current treatments for adult acute myeloid leukemia[J]. *Blood*, 2016, 127(1): 53-61. DOI: 10.1182/blood-2015-08-604520.
- [24] 刘冰, 刘庆敏, 李辉章, 等. 2010—2014 年浙江省肿瘤登记地区白血病发病和死亡情况分析[J]. *中华预防医学杂志*, 2019, 53 (11): 1158-1161. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.11.016.
- [25] 刘佳, 陈琼, 刘曙正, 等. 2018 年河南省白血病流行特征及 2010—2018 年变化趋势分析[J]. *中国肿瘤*, 2023, 32(8): 582-588. DOI: 10.11735/j.issn.1004-0242.2023.08.A003.
- [26] Rodriguez-Abreu D, Bordoni A, Zucca E. Epidemiology of hematological malignancies [J]. *Ann Oncol*, 2007, 18 Suppl 1: i3-i8. DOI: 10.1093/annonc/mdl443.
- [27] Druker BJ, Guilhot F, O'Brien SG, et al. Five-year follow-up of patients receiving imatinib for chronic myeloid leukemia[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355(23): 2408-2417. DOI: 10.1056/NEJMoa062867.
- [28] Deremer DL, Ustun C, Natarajan K. Nilotinib: A second-generation tyrosine kinase inhibitor for the treatment of chronic myelogenous leukemia[J]. *Clin Ther*, 2008, 30(11): 1956-1975. DOI: 10.1016/j.clinthera.2008.11.014.
- [29] Rohrbacher M, Hasford J. Epidemiology of chronic myeloid leukaemia (CML)[J]. *Best Pract Res Clin Haematol*, 2009, 22(3): 295-302. DOI: 10.1016/j.beha.2009.07.007.
- [30] Sant M, Aareleid T, Berrino F, et al. EURO-CARE-3: Survival of cancer patients diagnosed 1990-94—results and commentary [J]. *Ann Oncol*, 2003, 14 Suppl 5:v61-v118. DOI: 10.1093/annonc/mdg754.
- [31] Maynadié M, De Angelis R, Marcos-Gragera R, et al. Survival of European patients diagnosed with myeloid malignancies: A HAEMACARE study[J]. *Haematologica*, 2013, 98(2): 230-238. DOI: 10.3324/haematol.2012.064014.

(收稿日期:2024-10-08)