

2019年全球腹腔感染相关细菌耐药性的疾病负担分析

郭幸沛^{1,2}, 訾 豪², 任一鸣^{1,2}, 张晋辉^{1,2}, 王聪聪^{1,2}, 王天堃^{1,2}, 曾宪涛², 任学群¹

1. 河南大学淮河医院普外科 (河南开封 475000)
2. 武汉大学中南医院循证与转化医学中心 (武汉 430071)

【摘要】目的 分析2019年全球腹腔感染 (IAIs) 相关细菌对抗菌药物耐药性 (AMR) 的疾病负担。**方法** 采用2019年全球疾病负担研究数据, 通过死亡例数、死亡率、过早死亡损失寿命年、伤残损失寿命年和伤残调整寿命年 (DALYs) 等指标描述 IAIs 相关 AMR 的疾病负担。采用反事实分析法估算由 AMR 直接和间接造成的疾病负担。**结果** 2019 年全球 IAIs 直接归因于 AMR 和与 AMR 间接相关的死亡例数分别为 21.03 万人和 80.49 万人, 直接归因于 AMR 和与 AMR 间接相关的 DALYs 分别为 565.69 万人年和 2 159.35 万人年。南亚是 IAIs 相关 AMR 导致死亡负担最高的地区, 直接导致 5.76 万人死亡。大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌以及尿肠球菌直接导致全球 16.00 万人死亡, 约占全部病原体的 76%。2019 年全球有超过 62% 的 IAIs 死亡病例 (13.08 万) 可直接归因于对喹诺酮类抗菌药物、碳青霉烯类抗菌药物和第三代头孢菌素产生的 AMR。耐喹诺酮类尿肠球菌是导致死亡的重要病原体-抗菌药物组合, 有 1.99 万例死亡病例归因于该细菌导致的 AMR。**结论** IAIs 相关 AMR 仍然是全球公共健康领域面临的重大挑战, 应结合不同地区的病原体-抗菌药物组合流行情况和医疗资源的可及性制定相关的预防和控制策略。

【关键词】 腹腔感染; 抗菌药物耐药性; 疾病负担; 死亡率; 伤残调整寿命年

Global burden of bacterial antimicrobial resistance in intra-abdominal infections in 2019

Xing-Pei GUO^{1,2}, Hao ZI², Yi-Ming REN^{1,2}, Jin-Hui ZHANG^{1,2}, Cong-Cong WANG^{1,2}, Tian-Kun WANG^{1,2}, Xian-Tao ZENG², Xue-Qun REN¹

1. Department of General Surgery, Huaihe Hospital of Henan University, Kaifeng 475000, Henan Province, China

2. Center for Evidence-Based and Translational Medicine, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: Xian-Tao ZENG, Email: zengxiantao1128@163.com; Xue-Qun REN, Email: renxuequn001@163.com

【Abstract】Objective To analyze the global anti-microbial resistance (AMR) burden of intra-abdominal infections (IAIs) in 2019. **Methods** Data were obtained from the results of Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019), including death, years of life

DOI: 10.19960/j.issn.1005-0698.202305002

基金项目: 湖北省青年拔尖人才培养计划; 河南省医学科技攻关计划 (SBGJ202002097)

通信作者: 曾宪涛, 博士, 主任医师, 副教授, 博士研究生导师, Email: zengxiantao1128@163.com

任学群, 博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, Email: renxuequn001@163.com

<https://ywlbx.whuzhmedj.com/>

lost, year lived with disability, and disability-adjusted life-years (DALYs) for AMR in IAIs. A counterfactual analysis was used to estimate the burden directly and indirectly caused by AMR. **Results** Globally, there were 210 300 deaths attributed to AMR and 804 900 deaths associated with bacterial AMR in IAIs in 2019. There were 5.66 million DALYs attributed to AMR and 21.59 million DALYs associated with AMR in IAIs in 2019. The highest burden of AMR was observed in south Asia, directly causing 57 620 deaths. *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, and *Enterococcus faecium* were directly responsible for 160 000 deaths worldwide, accounting for 76% of all pathogens. More than 62% of global deaths (130 800) attributed to fluoroquinolones, carbapenems, and third-generation cephalosporins. Fluoroquinolone-resistant *Enterococcus faecium* was an important pathogen-antimicrobial combination causing death, with 19 900 deaths attributed to AMR caused by this bacterium. **Conclusions** Bacterial AMR in IAIs remains a major challenge in global public health, and prevention and control strategies should be developed in relation to the prevalence of pathogen-antimicrobial combinations in different regions and the accessibility of healthcare resources.

【Keywords】Intra-abdominal infections; Anti-microbial resistance; Burden of disease; Mortality; Disability-adjusted life year

腹腔感染 (intra-abdominal infections, IAIs) 是腹部外科常见病,也是腹部外科手术的常见并发症。IAIs 病死率高易合并耐药菌感染,已成为重大的公共卫生问题^[1-3]。抗菌药物耐药性 (anti-microbial resistance, AMR) 是一项全球性问题,2001 年通过世界卫生大会发布的《世界卫生组织遏制抗微生物药物耐药性全球战略》^[4]是 AMR 全球治理行动的里程碑事件。据统计,2019 年全球与 AMR 相关的死亡人数估计为 495 万,其中 127 万死亡病例可直接归因于 AMR^[5]。了解 IAIs 相关 AMR 的疾病负担及其主要病原体-抗菌药物组合,对于卫生政策制定至关重要。全球疾病负担 (global burden of disease, GBD) 数据库是目前评估疾病负担中应用最广泛的数据源之一,提供了 204 个国家和地区 369 种疾病或伤害的疾病负担数据^[6-8]。因此,本研究利用 2019 年 GBD 研究数据,分析全球 IAIs 相关 AMR 直接和间接导致的死亡和疾病负担情况。此外,本研究进一步分析了不同病原体、抗菌药物、病原体-抗菌药物组合的疾病负担,以期为 IAIs 相关 AMR 的防治提供决策依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

数据来源于 GBD 数据库 2019 年对全球 AMR 疾病负担的估计结果,包括 2019 年全球 IAIs 直接归因于 AMR 和与 AMR 相关的疾病负担数据。

GBD 数据库 2019 年利用多种数据源来对 AMR 的疾病负担进行估计,包括多种死因和生命登记监测系统、医院监测系统、药品销售以及国家和多国监测网络等,共收集到 4.71 亿条患者记录,采用统计模型对全球 AMR 的疾病负担进行估算。GBD 数据库 2019 年量化评估了全球 204 个国家和地区中 12 种感染综合征、23 种病原体、18 种抗菌药物和 88 种病原体-抗菌药物组合与 AMR 相关和归因于 AMR 的死亡和伤残调整寿命年 (disability adjusted life years, DALYs),数据来源、估算方法等详细内容已在既往的文献^[5,9]中报告。

IAIs 包括腹膜和腹腔内感染,疾病分类采用《疾病和有关健康问题的国际统计分类:第十次修订本 (ICD-10)》^[10] 编码: K35-K37.9, K38.3-K38.9, K40-K42.9, K44-K46.9, K50-K52, K52.8-K52.9, K55-K57.9, K63.0-K63.1, K65-K65.9, K67-K67.2, K67.8-K69, K75.0-K75.1, K75.3, K76.3, K77.0, K80-K83.9, M09.1, N70-N71.9, N73-N74.0, N74.3-N74.8, N98.0, O98.2-O98.3, O98.8-O98.9, R65.0, R85.5, R86.5, R87.5, O03.0, O41.1, O75.3, O98。

1.2 统计学分析

由于难以确定 AMR 是导致死亡或 DALYs 的直接原因,因此根据两种反事实情况对疾病负担进行了估计:AMR 直接相关的死亡 (药物敏感感染) 和 AMR 间接相关的死亡 (无感染)。

对于存在药物敏感感染的情况，反事实情况估计后估算 AMR 直接相关的死亡和 DALYs。对于无感染情况，反事实情况估计后估算 AMR 间接相关的死亡和 DALYs。基于 5 个部分的估算（感染死亡人数、归因于感染综合症的死亡比例、归因于病原体的感染综合症死亡比例、病原体-抗菌药物的耐药比例以及 AMR 相关的超额死亡风险或持续时间）以及反事实分析法，通过时空高斯过程回归或 DisMod-MR 2.1 软件估算由 AMR 直接和间接造成的负担，详细方法见文献^[5,9]。

采用死亡例数、死亡率、过早死亡损失寿命年（years of life lost, YLLs）、伤残损失寿命年（years lived with disability, YLDs）和 DALYs 等指标描述 IAI 相关 AMR 的疾病负担，其中 DALYs=YLDs+YLLs。GBD 数据库根据世界银行收入水平将全球划分为 7 个地区（中欧、东欧和中亚，高收入地区，拉丁美洲和加勒比海，北非和中东，南亚，东南亚、东亚和大洋洲，撒哈拉以南非洲），对不同地区 IAI 相关 AMR 的疾病负担进行评估。本研究的疾病负担数据及 95% 不确定区间（UI）均由 GBD 研究所估算^[5,9]，可直接使用 R 4.0.5 软件和 Microsoft Excel 2019 软件完成统计分析和数据可视化。

2 结果

2.1 全球 IAI 相关 AMR 的疾病负担

2019 年全球 IAI 直接归因于 AMR 和与 AMR 间接相关的死亡例数分别为 21.03[95%UI (13.56, 30.84)] 万人和 80.49[95%UI (51.80, 117.36)] 万人；直接归因于 AMR 和与 AMR 间接相关的 YLLs 分别为 563.90[95%UI (346.88, 844.06)] 万人年和 2 150.85 [95%UI (1 336.44, 3 238.71)] 万人年；直接归因于 AMR 和与 AMR 间接相关的 YLDs 分别为 1.79 [95%UI (0.93, 3.05)] 万人年和 8.50 [95%UI (4.56, 14.32)] 万人年；直接归因于 AMR 和与 AMR 间接相关的 DALYs 分别为 565.69[95%UI (348.29, 846.98)] 万人年和 2 159.35[95%UI (1 342.52, 3 251.36)] 万人年。

GBD 数据库对 7 个地区进行评估，结果见表 1。南亚是 IAI 相关 AMR 导致死亡负担最高的地区，直接导致 5.76[95%UI (3.67, 8.45)] 万人死亡，有 20.08[95%UI (12.80, 28.96)] 万人的死亡与此间接相关；其次是东南亚、东亚和大洋洲地区，

表 1 2019 年全球 IAI 相关 AMR 的疾病负担
Table 1. Global AMR burden of IAI in 2019

项目	AMR 间接相关			AMR 直接相关		
	死亡	YLLs	YLDs	死亡	YLLs	YLDs
人数/人年数[万 (95%UI)]						
全球	80.49 (51.80, 117.36)	2 150.85 (1 336.44, 3 238.71)	8.50 (4.56, 14.32)	21.03 (13.56, 30.84)	563.90 (346.88, 844.06)	3.05 (1.79, 4.79)
中欧、东欧和中亚	6.97 (4.43, 10.17)	185.53 (113.21, 273.49)	0.74 (0.39, 1.26)	1.79 (1.11, 2.63)	47.51 (28.47, 71.27)	0.16 (0.08, 0.27)
高收入地区 ^a	12.38 (8.07, 17.95)	232.16 (147.99, 340.23)	1.04 (0.59, 1.75)	2.99 (1.93, 4.36)	56.47 (36.05, 83.13)	0.20 (0.11, 0.34)
拉丁美洲和加勒比海	7.18 (4.81, 10.16)	182.80 (118.16, 265.53)	0.70 (0.38, 1.18)	1.84 (1.20, 2.64)	46.88 (29.66, 69.03)	0.15 (0.08, 0.25)
南亚	5.76 (3.67, 8.45)	20.08 (12.80, 28.96)	5.76 (3.67, 8.45)	5.76 (3.67, 8.45)	20.08 (12.80, 28.96)	5.76 (3.67, 8.45)
东南亚、东亚和大洋洲	20.08 (12.80, 28.96)	5.76 (3.67, 8.45)	20.08 (12.80, 28.96)	20.08 (12.80, 28.96)	5.76 (3.67, 8.45)	20.08 (12.80, 28.96)

续表1

项目	AMR间接相关				AMR直接相关			
	死亡	YLLs	YLDs	DALYs	死亡	YLLs	YLDs	DALYs
北非和中东	5.06 (3.13, 7.74)	129.46 (76.57, 206.52)	0.55 (0.28, 0.98)	130.01 (76.81, 207.49)	1.42 (0.87, 2.19)	36.12 (21.10, 57.47)	0.13 (0.06, 0.22)	36.25 (21.17, 57.74)
南亚	20.08 (12.80, 28.96)	596.51 (365.60, 884.48)	1.77 (0.92, 2.98)	598.28 (366.82, 886.59)	5.76 (3.67, 8.45)	170.26 (104.78, 255.23)	0.40 (0.20, 0.71)	170.66 (105.02, 255.69)
东南亚、东亚和大洋洲	18.27 (11.39, 27.81)	468.40 (279.61, 734.89)	2.02 (1.05, 3.64)	470.42 (280.86, 738.20)	4.65 (2.89, 7.21)	119.39 (72.33, 187.84)	0.42 (0.21, 0.77)	119.81 (72.46, 188.23)
撒哈拉以南非洲	10.55 (6.96, 14.95)	355.94 (219.46, 524.18)	1.68 (0.87, 2.85)	357.61 (220.44, 526.67)	2.59 (1.65, 3.85)	87.26 (52.42, 134.14)	0.34 (0.17, 0.59)	87.60 (52.55, 134.73)
率[1/10万 (95% UI)]								
全球	10.4 (6.69, 15.17)	277.98 (172.72, 418.57)	1.10 (0.59, 1.85)	279.08 (173.51, 420.21)	2.72 (1.75, 3.99)	72.88 (44.83, 109.09)	0.23 (0.12, 0.39)	73.11 (45.01, 109.46)
中欧、东欧和东亚	16.70 (10.60, 24.34)	444.13 (271.01, 654.70)	1.77 (0.93, 3.02)	445.90 (272.04, 657.23)	4.28 (2.66, 6.30)	113.74 (68.15, 170.61)	0.37 (0.20, 0.65)	114.11 (68.37, 171.07)
高收入地区 ^a	11.42 (7.44, 16.56)	214.17 (136.52, 313.87)	0.96 (0.54, 1.62)	215.13 (137.05, 315.25)	2.75 (1.78, 4.03)	52.09 (33.25, 76.69)	0.19 (0.10, 0.32)	52.28 (33.33, 76.98)
拉丁美洲和加勒比海	12.28 (8.23, 17.39)	312.82 (202.20, 454.39)	1.19 (0.65, 2.02)	314.01 (203.19, 456.42)	3.14 (2.05, 4.52)	80.22 (50.76, 118.12)	0.25 (0.13, 0.42)	80.47 (50.91, 118.54)
北非和中东	8.32 (5.14, 12.72)	212.67 (125.78, 339.27)	0.91 (0.45, 1.62)	213.59 (126.19, 340.87)	2.33 (1.43, 3.60)	59.34 (34.66, 94.41)	0.21 (0.10, 0.36)	59.55 (34.77, 94.85)
南亚	11.12 (7.09, 16.04)	330.44 (202.52, 489.96)	0.98 (0.51, 1.65)	331.42 (203.20, 491.13)	3.19 (2.03, 4.68)	94.31 (58.05, 141.39)	0.22 (0.11, 0.39)	94.54 (58.18, 141.64)
东南亚、东亚和大洋洲	8.46 (5.27, 12.88)	216.92 (129.50, 340.34)	0.94 (0.49, 1.68)	217.86 (130.07, 341.88)	2.15 (1.34, 3.34)	55.29 (33.50, 86.99)	0.19 (0.10, 0.36)	55.49 (33.56, 87.17)
撒哈拉以南非洲	9.78 (6.46, 13.86)	330.12 (203.54, 486.16)	1.55 (0.80, 2.64)	331.67 (204.45, 488.47)	2.40 (1.53, 3.57)	80.93 (48.62, 124.41)	0.31 (0.15, 0.55)	81.24 (48.74, 124.96)

注: YLDs: 伤残损失寿命年; YLLs: 早死亡损失寿命年; DALYs: 伤残调整寿命年; 95% UI: 95%不确定区间; 高收入地区: 澳大利亚、新西兰、高收入亚太地区 (文莱、日本、新加坡、韩国)、高收入北美地区 (加拿大、格陵兰岛、美国)、高收入拉丁美洲南部地区 (阿根廷、智利、乌拉圭)、高收入西欧地区 (安道尔、奥地利、比利时、塞浦路斯、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、爱沙尼亚、以色列、卢森堡、马耳他、摩纳哥、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、圣马力诺、瑞典、瑞士、英国)

直接导致 4.65[95%UI (2.89, 7.21)]万人死亡，有 18.27[95%UI (11.39, 27.81)]万人的死亡与此间接相关；北非和中东地区 IAI 相关 AMR 导致的死亡和 DALYs 最低。

2.2 不同病原体的疾病负担

在所有常见耐药病原体中，仅大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌及屎肠球菌 4 种细菌的 IAI 相关 AMR 就间接导致 59.90 万人死亡，见图 1-A；直接导致 16.00 万人死亡，约占全部病原体的 76%，见图 1-B。其中，由大肠埃希菌的 IAI 相关 AMR 致死的人数高居 2019 年首位，直接导致 6.71 万人死亡。2019 年全球 IAI 直接和间接归因于 AMR 的 DALYs 分别达到 565.69 万人年和 2 159.35 万人年，与之相关的病原体分别是大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌、屎肠球菌、粪肠球菌、铜绿假单胞菌、肠杆菌属、变形杆菌属、枸橼酸杆菌属和沙雷菌属，见图 1-C 和图 1-D。

2.3 不同抗菌药物的疾病负担

在 2019 年，全球有超过 62% 的 IAI 死亡病例 (13.08 万) 可直接归因于对喹诺酮类抗菌药物、碳青霉烯类抗菌药物和第三代头孢菌素产生

的 AMR，与 AMR 间接相关的死亡病例达到 99.78 万人，见图 2-A。另外，在所有抗菌药物的种类中，对喹诺酮类抗菌药物产生的 AMR 占据 DALYs 首位，直接和间接相关 DALYs 分别为 179.03 万人年和 1 449.74 万人年，分别占全球的 32% 和 23%，见图 2-B。在所有抗菌药物中，对喹诺酮类抗菌药物产生的 AMR 直接和间接导致的死亡率分别为 0.86/10 万和 6.93/10 万，直接和间接导致的 DALYs 率分别为 23.14/10 万和 187.37/10 万，见图 2-C 和图 2-D。

2.4 不同病原体-抗菌药物组合的疾病负担

在不同的病原体-抗菌药物组合中，耐喹诺酮类屎肠球菌是导致死亡的重要病原体-抗菌药物组合，1.99 万例死亡病例直接归因于该细菌导致的 AMR，见图 3-A。此外，还有其他 5 种病原体-抗菌药物组合直接导致超过 8 万例 AMR 死亡，包括耐第三代头孢菌素大肠埃希菌、耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、耐喹诺酮类大肠埃希菌、耐喹诺酮类粪肠球菌和耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌。此外，仅耐甲氧西林金黄色葡萄球菌就直接导致 55.07 万人年的 DALYs，约占所有病原体-抗菌药物组合的 10%，见图 3-B。

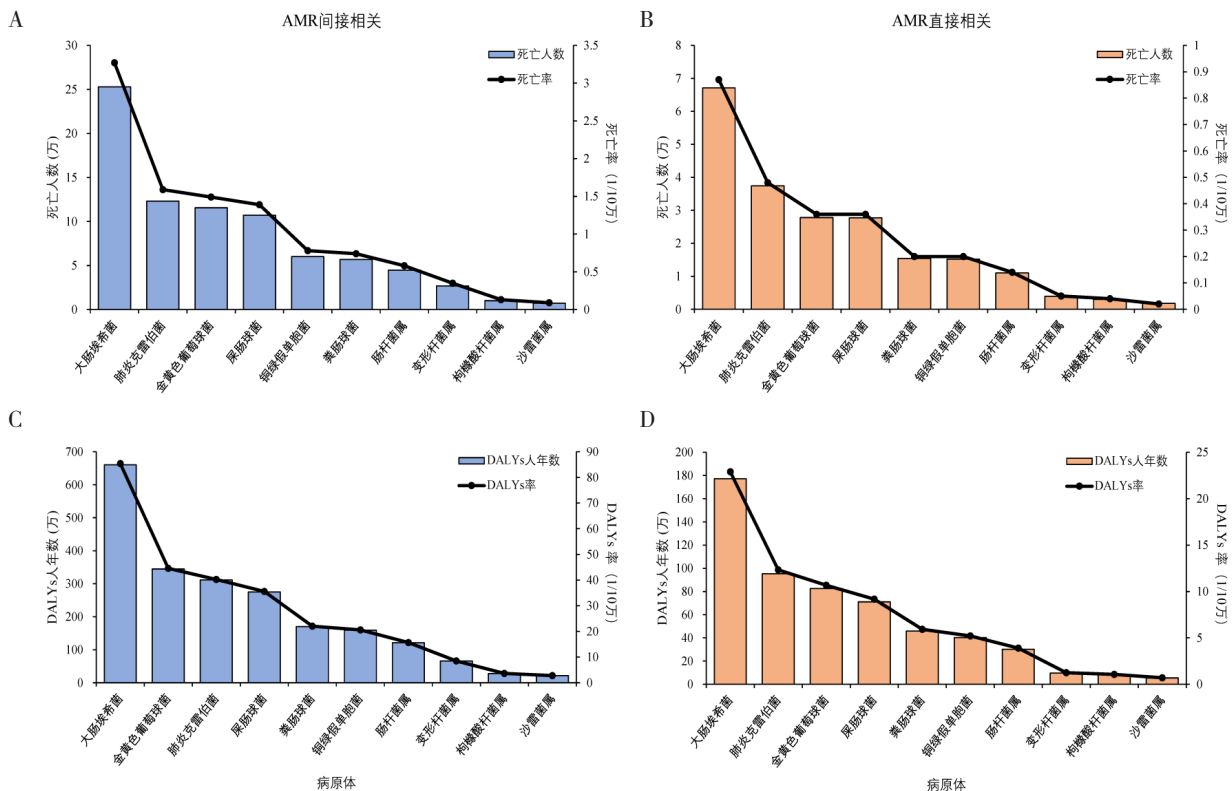


图1 2019年全球不同病原体导致IAIs相关AMR的疾病负担

Figure 1. Pathogen-Specific burden of bacterial AMR in intra-abdominal infections in 2019

注：A. AMR间接相关死亡情况；B. AMR直接相关死亡情况；C. AMR间接相关DALYs情况；D. AMR直接相关DALYs情况

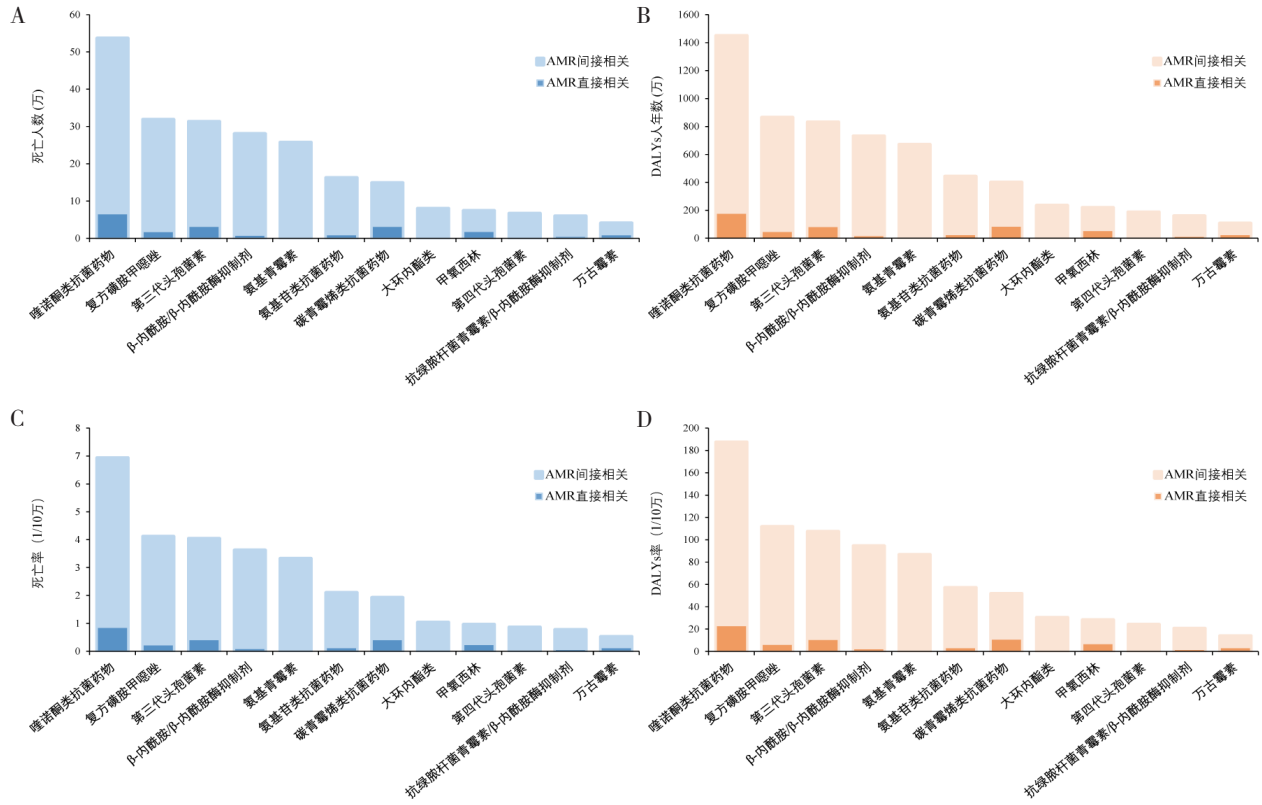


图2 2019年全球不同抗菌药物导致IAIs相关AMR的疾病负担

Figure 2. Antibiotic-Specific burden of bacterial AMR in intra-abdominal infections in 2019

注: A. 死亡人数; B. DALYs人年数; C. 死亡率; D. DALYs率

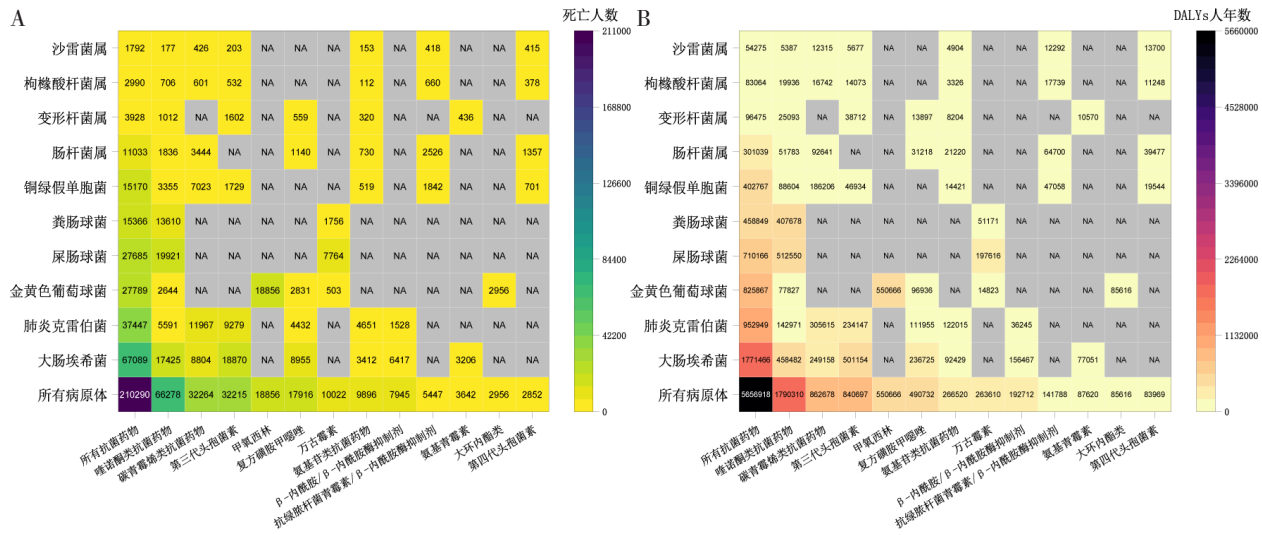


图3 2019年全球不同病原体-抗菌药物组合导致IAIs相关AMR的疾病负担

Figure 3. Pathogen-antibiotic combination specific burden of bacterial AMR in intra-abdominal infections in 2019

注: A. 死亡人数; B. DALYs人年数; NA: 无数据

3 讨论

本研究基于GBD数据库对2019年全球IAIs相关AMR的疾病负担进行分析,发现2019年

全球IAIs直接和间接归因于AMR的死亡例数分别为21.03万人和80.49万人;在7个地区中,南亚是AMR导致死亡负担最高的地区;在所有病原体中,大肠埃希菌AMR致死的人数高居首

位, 直接导致 6.71 万人死亡; 全球有超过 62% 的 IAI 死亡病例 (13.08 万) 可直接归因于对喹诺酮类抗菌药物、碳青霉烯类抗菌药物和第三代头孢菌素产生的 AMR; 耐喹诺酮类屎肠球菌是导致死亡的重要病原体-抗菌药物组合, 1.99 万例死亡归因于该细菌导致的 AMR。

全球各个地区的 AMR 负担差异明显。GBD 数据库 2019 年对 7 个地区进行评估, 南亚是 AMR 负担最高的地区, 其次是东南亚、东亚和大洋洲地区, 北非和中东地区最低。对细菌有效的抗菌药物在中低收入国家中呈现不成比例的高负担, 大部分原因可能是由于获得有效抗菌药物的机会不足、卫生系统薄弱和预防方案不足, 而在高收入国家中对抗菌药物的广泛应用可能进一步促进细菌的耐药性^[11-12]。多项研究^[13-15]报告了 AMR 的地区差异, 欧洲地区每年约有 3 万人死于 AMR, 而在亚洲、非洲和南美洲 AMR 的死亡率更高。目前针对 AMR 的流行病学研究多局限于某一地区或不同发展程度的某几个国家, 而全球范围内的研究调查仍然不足, 更缺乏针对全球 AMR 时间、空间和人群间分布特征的研究。因此, 开展 AMR 流行病学研究揭示其动态特征并分析疾病负担情况, 对于制定更加精准的抗菌药物使用策略非常重要。此外, AMR 监测系统也在遏制 AMR 方面起着关键作用, 通过构建全球 AMR 监测系统、改善数据收集和汇总途径等方式, 可以更及时有效地追踪耐药性水平, 从而为卫生决策者提供大量的数据支撑^[16-19]。同时, 有研究^[20]表明实施信息化管理后, 医务人员能快速准确区分出多重耐药菌 (multidrug-resistant organisms, MDROs) 患者, 从而实施有效的预防与控制措施, MDROs 信息化系统能快速、准确预警并及时反馈 MDROs 管理情况, 为 MDROs 风险评估提供科学依据, 为保障医疗质量和安全提供有力支持。

不同病原体和抗菌药物的 AMR 负担差异明显。大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌以及屎肠球菌直接导致了全球 16.00 万人死亡, 约占全部病原体的 76%; 全球有超过 62% 的 IAI 死亡可直接归因于对喹诺酮类抗菌药物、碳青霉烯类抗菌药物和第三代头孢菌素产生的 AMR; 在所有病原体-抗菌药物组合中, 耐喹诺酮类屎肠球菌导致死亡病例最多。IAI 通常为多种肠道微生物的混合感染, 最常见的病原菌是大肠埃希菌和

肺炎克雷伯菌, 主要耐药机制是 β 内酰胺酶, 随着病程的延长, 可诱导多重耐药菌的出现^[21-24]。IAI 中的阴性厌氧菌也是很重要的感染菌, 当患者基本免疫能力下降时, 最容易出现厌氧菌感染, 引起化脓性炎症和菌血症、脓血症, 其治疗药物主要为甲硝唑等硝基咪唑类抗菌药物。AMR 的治理一方面要从临床上保护现有抗菌药物, 采用降阶梯策略等方法来缓解选择压力; 另一方面, 也需要结合当地细菌流行病学情况和病原体种类来合理选择抗菌药物^[25-26]。此外, 研发针对性疫苗和新型抗菌药物对于预防和控制广泛感染并降低抗菌药物需要也是至关重要。

本研究存在一定的局限性: ①全球范围内收集到的数据有限 (尤其是一些中低收入国家), 因此采用统计模型对这些地方的估计可能不够准确; ②IAI 包含广泛的感染与不同细菌取决于不同的解剖部位来源 (胃、十二指肠、阑尾和结肠), 不同抗菌药物在不同部位的渗透有差异, 因而同一药物在不同部位其药效有差异; ③GBD 研究未对 IAI 的严重程度、社区感染以及医院获得性感染进行分型, 建议将来开展相关研究进一步验证^[11]。总之, 本研究报告了全球 IAI 相关 AMR 直接和间接导致的死亡和疾病负担情况, 也分析了不同病原体、抗菌药物、病原体-抗菌药物组合的疾病负担。IAI 相关 AMR 仍然是全球公共健康领域面临的重大挑战, 应结合不同地区的病原体-抗菌药物组合流行情况和医疗资源的可及性制定相关的预防和控制策略。

参考文献

- 1 Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, et al. The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 1999, 20(11): 725-730. DOI: 10.1086/501572.
- 2 中华医学会外科学分会外科感染与重症医学学组, 中国医师协会外科医师分会肠瘘外科医师专业委员会. 中国腹腔感染诊治指南 (2019 版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(1): 1-16. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2020.01.01.
- 3 Merlino JI, Yowler CJ, Malangoni MA. Nosocomial infections adversely affect the outcomes of patients with serious intraabdominal infections[J]. *Surg Infect (Larchmt)*,

- 2004, 5(1): 21–27. DOI: 10.1089/109629604773860273.
- 4 World Health Organization. WHO global strategy for containment of antimicrobial resistance—executive summary[R]. Switzerland: WHO, 2001. https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=10200t30sq210mg06e6506h0p2799481&site=xueshu_se.
 - 5 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis[J]. *Lancet*, 2022, 399(10325): 629–655. DOI: 10.1016/S0140–6736(21)02724–0.
 - 6 GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet*, 396(10258): 1223–1249. DOI: 10.1016/S0140–6736(20)30752–2.
 - 7 訾豪, 彭谋, 王江宜, 等. 1990~2017年中国膀胱癌疾病负担分析[J]. *医学新知*, 2020, 30(5): 328–335. [Zi H, Peng M, Wang JY, et al. An analysis of disease burden of bladder cancer in China from 1990 to 2017[J]. *New Medicine*, 2020, 30(5): 328–335.] DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.2020.05.01.
 - 8 邓通, 蔡林, 陈征, 等. 1990年与2017年中国前列腺癌疾病负担分析[J]. *医学新知*, 2020, 30(4): 252–259. [Deng T, Cai L, Chen Z, et al. Analysis of the burden of prostate cancer in China in 1990 and 2017[J]. *New Medicine*, 2020, 30(4): 252–259.] DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.2020.04.01.
 - 9 GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet*, 2020, 396(10258): 1204–1222. DOI: 10.1016/S0140–6736(20)30925–9.
 - 10 董景五, 主编. 疾病和有关健康问题的国际统计分类: 第十次修订本 (ICD-10)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 1–937.
 - 11 Su Z, Nie Y, Xie F. et al. Analysis and evaluation to a State's fragility[J]. *IJMNTA*, 2018, 7(1): 16–33. DOI: 10.4236/ijmnta.2018.71002.
 - 12 Araya P, Hug J, Joy G, et al. The impact of water and sanitation on diarrhoeal disease burden and over consumption of antibiotics[EB/OL]. (2016–03) [2023–03–13]. <https://amr-review.org/sites/default/files/LSE%20AMR%20Capstone.pdf>.
 - 13 Cassini A, Högberg LD, Plachouras D, et al. Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis[J]. *Lancet Infect Dis*, 2019, 19(1): 56–66. DOI: 10.1016/S1473–3099(18)30605–4.
 - 14 Stewardson AJ, Marimuthu K, Sengupta S, et al. Effect of carbapenem resistance on outcomes of bloodstream infection caused by *Enterobacteriaceae* in low-income and middle-income countries (PANORAMA): a multinational prospective cohort study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2019, 19(6): 601–610. DOI: 10.1016/S1473–3099(18)30792–8.
 - 15 Lim C, Takahashi E, Hongsuwan M, et al. Epidemiology and burden of multidrug-resistant bacterial infection in a developing country[J]. *Elife*, 2016, 5: e18082. DOI: 10.7554/eLife.18082.
 - 16 Sirijatuphat R, Sripanidkulchai K, Boonyasiri A, et al. Implementation of global antimicrobial resistance surveillance system (GLASS) in patients with bacteremia[J]. *PLoS One*, 2018, 13(1): e0190132. DOI: 10.1371/journal.pone.0190132.
 - 17 MacFadden DR, Fisman D, Andre J, et al. A platform for monitoring regional antimicrobial resistance, using online data sources: ResistanceOpen[J]. *J Infect Dis*, 2016, 214(suppl_4): S393–S398. DOI: 10.1093/infdis/jiw343.
 - 18 Beardmore D, Bennani H, Chiara F, et al. Antimicrobial resistance surveillance: sharing industry data—post-pilot project report[M]. London, UK: Wellcome Trust, 2018: 1.
 - 19 ResistanceMap. The center for disease dynamics, economics & policy[EB/OL]. [2023–03–13]. <https://resistancemap.cddep.org/>.
 - 20 张涛, 涂敏, 谢红艳. 信息化系统在多重耐药菌管理中的应用[J]. *医学新知*, 2022, 32(3): 208–213. [Zhang T, Tu M, Xie HY. Application of an information management system in prevention and control of multidrug-resistant organisms[J]. *New Medicine*, 2022, 32(3): 208–213.] DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.202109004.
 - 21 Solomkin JS, Mazuski JE, Bradley JS, et al. Diagnosis and management of complicated intra-abdominal infection in adults and children: guidelines by the Surgical Infection Society and the Infectious Diseases Society of America[J]. *Clin Infect Dis*, 2010, 50(2):133–164. DOI:

- 10.1086/649554.
- 22 梁丽仪, 骆恒芳, 黄均初, 等. 腹腔感染细菌耐药性及抗菌药物应用分析 [J]. 检验医学与临床, 2022, 19(15): 2129–2131. [Liang LY, Luo HF, Huang JC, et al. Analysis of bacterial resistance and application of antibiotics in intra-abdominal infection[J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2022, 19(15): 2129–2131.] DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2022.15.029.
- 23 温国琴. 抗生素耐药性现状及研究进展 [J]. 中国处方药, 2022, 20(8): 186–190. [Wen GQ. Status and latest research progress of antibiotic resistance[J]. Journal of China Prescription Drug, 2022, 20(8): 186–190.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-945X.2022.08.070.
- 24 黄金健, 任建安. 腹腔感染中的相关病原菌及其特点 [J]. 东南大学学报(医学版), 2018, 37(2): 350–354. [Huang JJ, Ren JA. Pathogenic bacteria and their characteristics in intra-abdominal infections[J]. Journal of Southeast University(Medical Science Edition), 2018, 37(2): 350–354.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-6264.2018.02.037.
- 25 Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016[J]. Intensive Care Med, 2017, 43(3): 304–377. DOI: 10.1007/s00134-017-4683-6.
- 26 Dellit TH, Owens RC, McGowan JE Jr, et al. Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America guidelines for developing an institutional program to enhance antimicrobial stewardship[J]. Clin Infect Dis, 2007, 44(2):159–177. DOI: 10.1086/510393.

收稿日期: 2023 年 04 月 01 日 修回日期: 2023 年 05 月 06 日
本文编辑: 杨燕 洗静怡