

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20257202



**邹全明** 陆军军医大学国家免疫生物制品工程技术研究中心主任、教授。任国务院药学科评议组成员、国家药典委员会委员等学术职务。主持 16 个 1.1 类原创疫苗与抗体药物研究, 获 8 个临床试验批件及原创新药证书。领衔研制国际首个原创幽门螺杆菌疫苗, 4 000 余人 III 期临床试验保护率为 71.8%, 获新药证书及药品注册批件。发明国际首个五组分金黄色葡萄球菌疫苗, 完成 5 000 人 III 期临床试验, 被世界卫生组织 (WHO) 列入重点关注品种, 默克、赛诺菲巨头公司主动购买国际专利, 推动中国成为国际超级细菌疫苗领跑者。获发明专利授权 93 项, 成果转化 12 亿元。以通讯作者在 Lancet、Gastroenterology、Gut、PNAS、Nat Commun 等期刊发表 SCI 论著 150 余篇。以第一署名获国家技术发明二等奖、光华工程科技奖 (中国工程界最高奖项)、重庆市自然科学一等奖及技术发明一等奖 3 项。荣立军队二等功及三等功 5 次。

· 专家论坛 ·

## WHO《疫苗减少微生物耐药及抗菌药物使用评估报告》解读及其对超级细菌疫苗研发的启示

邹全明, 杨 贇, 曾 浩, 顾 江, 章金勇

(陆军军医大学国家免疫生物制品工程技术研究中心, 重庆 400038)

**[摘要]** 2024 年 10 月, 世界卫生组织 (WHO) 发布了《疫苗减少微生物耐药及抗菌药物使用评估报告》, 通过量化评估的方式首次报道了疫苗对于遏制微生物耐药 (AMR) 这一全球重大公共卫生和发展威胁的巨大潜力, 呼吁各界加强关注相关疫苗的使用及开发。本文就《疫苗减少微生物耐药及抗菌药物使用评估报告》进行总结分析, 以期对超级细菌疫苗的研发提供参考。

**[关键词]** 疫苗; 微生物耐药; 抗菌药物; 遏制耐药策略

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

### Interpretation of WHO technical report: estimating the impact of vaccines in reducing antimicrobial resistance and antibiotic use and its implications for development of superbug vaccines

ZOU Quanming, YANG Yun, ZENG Hao, GU Jiang, ZHANG Jinyong (National Engineering Research Center of Immunological Products, Army Medical University, Chongqing 400038, China)

**[Abstract]** In October 2024, World Health Organization (WHO) published a report titled *Estimating the impact of vaccines in reducing antimicrobial resistance and antibiotic use*, highlighting the role of vaccines in the global fight against antimicrobial resistance (AMR) through quantitative assessment for the first time, and calling for greater attention to the utilization and development of relevant vaccines. This article summarized and analyzed this report with the aim of providing insights for the development of superbug vaccines.

**[Key words]** vaccine; antimicrobial resistance; antibiotic; strategy for containment of antimicrobial resistance

**[收稿日期]** 2024-12-18

**[基金项目]** 国家重点研发计划项目 (2021YFC2302603)

**[作者简介]** 邹全明 (1963-), 男 (汉族), 四川省南充市人, 教授, 主要从事临床微生物、临床免疫、分子免疫学、生物制药方面的研究。

**[通信作者]** 邹全明 E-mail: qmzou2007@163.com

近年来,微生物耐药(antimicrobial resistance, AMR)形势日益严峻,对人类健康威胁持续加剧,已成为广泛共识。以世界卫生组织(World Health Organization, WHO)为代表的国际组织、各国政府相继建立了一系列机制和采取了一系列措施,以期遏制当前 AMR 广泛蔓延态势。AMR 问题的本质是人类对抗微生物手段单一,过度依赖抗菌药物,新抗菌药物研发速度早已落后于 AMR 的进化蔓延,而抗菌药物滥用进一步加剧其影响,多重耐药的超级细菌检出率与日俱增。《柳叶刀》杂志最新研究<sup>[1]</sup>显示,2019 年全球因细菌感染导致死亡 770 万人,其中由于 AMR 直接或间接导致死亡 120 万人和 494 万人,若接近 30 年的进展态势估算,到 2050 年,AMR 将直接或间接导致 191 万人和 822 万人死亡。扬汤止沸,莫若去薪,要从根本上控制并最终解决 AMR 问题,需要研发出补充甚至替代抗菌药物的新型防治手段。近期,WHO 发布了《疫苗减少微生物耐药及抗菌药物使用评估报告》<sup>[2]</sup>(以下简称《报告》),科学、系统地量化、评估了各种疫苗在减少临床负担,降低抗菌药物使用量及减轻经济负担的巨大潜力,本文即针对《报告》的关键结果及重要结论进行分析解读。

## 1 《报告》出台背景及评估方法

疫苗作为感染防控最经济、有效的手段,在应对 AMR 问题上得到了各方的重点关注,WHO 早前发布了《临床前和临床开发中的细菌疫苗分析》<sup>[3]</sup>,呼吁充实研发管线并加速针对 AMR 重点细菌病原体开发疫苗;国家卫生健康委、教育部等 13 部门联合制定的《遏制微生物耐药国家行动计划(2022—2025 年)》<sup>[4]</sup>中也指出,要推动相关疫苗转化与应用,对于耐药菌感染急需的疫苗依程序优先审评审批。然而,缺乏疫苗对于遏制 AMR 影响的量化分析,难以体现疫苗的优势价值,以及 AMR 相关病原疫苗开发的优先序列。

早在 2016 年,联合国大会《抗微生物药物耐药性问题高级别会议的政治宣言》<sup>[5]</sup>中就提出,要评估包括疫苗在内的各种干预手段对遏制 AMR 的贡献,在此背景下 WHO 于 2024 年 10 月发布《报告》,旨在通过专业、可靠的数据及各国专家研判,系统地量化、评估针对 24 种病原体的 44 种现有或假定疫苗在减少 AMR 相关临床负担,降低抗菌药物使用量及减轻 AMR 相关经济负担方面的能力。

《报告》纳入评估的病原体参考 WHO 发布的优先关注病原体清单、美国疾病预防与控制中心发布的 AMR 威胁清单及印度重点病原体清单,选取了 24 种病原体,包含了 19 种细菌(金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌、空肠弯曲杆菌、幽门螺杆菌、艰难梭菌、粪肠球菌、产肠毒素性大肠埃希菌、肠外致病性大肠埃希菌、A 群链球菌、B 型流感嗜血杆菌、结核分枝杆菌、淋病奈瑟菌、非伤寒沙门菌、甲型副伤寒沙门菌、伤寒沙门菌、志贺氏杆菌、肺炎链球菌)、4 种病毒以及 1 种寄生虫。选取恶性疟原虫、流感病毒、诺如病毒、轮状病毒、呼吸道合胞病毒 5 种非细菌病原体,主要是因其引起相关疾病的治疗常存在抗菌药物不合理使用的情况,《报告》主要评估相应疫苗在降低抗菌药物使用量方面的贡献。

《报告》采用了全球抗微生物药物耐药性研究(Global Research on Antimicrobial Resistance, GRAM)项目发布的 2019 年全球细菌耐药负担报告<sup>[6]</sup>、2000—2018 年全球人类抗菌药物消费及使用报告<sup>[7]</sup>等数据,通过建立静态比例影响模型,分析评估针对上述病原体的现有或假定疫苗对于遏制 AMR 的各方面贡献。评估结果经 WHO 抗菌药物耐药性战略和技术咨询小组、免疫战略咨询专家组及疫苗产品开发咨询委员会讨论研究后形成报告。

## 2 疫苗减少 AMR 及抗菌药物使用评估主要结果

《报告》主要评估了 24 种病原体相应疫苗对于遏制 AMR 的影响(见表 1),其中肺炎链球菌、B 型流感嗜血杆菌、伤寒沙门菌、流感病毒、轮状病毒、呼吸道合胞病毒及恶性疟原虫 7 种病原体疫苗采用已报告保护效力信息进行评估,其余病原体采用假定疫苗保护效力进行评估。

### 2.1 疫苗减轻 AMR 相关临床负担能力评估

疫苗可以保护目标人群免受感染,从而减少因病致死,减轻相关症状,缩短病程,因此《报告》主要通过评估各种疫苗降低 AMR 相关死亡人数及减少 AMR 相关伤残调整寿命年(disability adjusted life year, DALY),进而反映疫苗对于减轻 AMR 相关临床负担的能力。本部分主要纳入 16 种细菌进行分析(见表 1),在理想情况下若所有高危目标人群均接种针对特定病原菌的疫苗,那么每年将可避免 120 余万人因 AMR 相关感染死亡,减少超 3 700 万人年 AMR 相关 DALYs。

从已有上市疫苗病原体来看,扩大接种范围能够显著减轻 AMR 相关临床负担。如肺炎链球菌疫苗,以目前 51% 的婴儿覆盖率估计,每年可减少 4.45 万 AMR 相关死亡及 380 万人年 DALYs,若将覆盖率扩大到 90% 婴儿及老年人,估计每年可减少 7.15 万 AMR 相关死亡及 530 万人年 DALYs。上述结果提示应努力增加相关疫苗的可及性,加强公众教育,进一步提高现有相关疫苗的覆盖率。

从无上市疫苗的病原体来看,通过疫苗减轻肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌、鲍曼不动杆菌和铜绿假单胞菌的临床负担效益最为明显,假设相关疫苗覆盖 70% 上述细菌感染高危人群,每年分别可避免 32.1 万、31.9 万、21.7 万、11.9 万人因 AMR 相关感染死亡,合计达 97.6 万人。因此开发针对上述细菌的疫苗显得尤为必要且紧迫。

**2.2 疫苗减少抗菌药物使用量潜力评估** 本部分《报告》主要针对 23 种病原体评估了疫苗对抗菌药物使用量产生的潜在影响(表 1)。以限定日剂量(defined daily doses, DDDs)作为抗菌药物用量的评估单位,使用量的数据主要来源于一项 2000—2018 年人类抗菌药物消费和使用全球研究<sup>[7]</sup>。减少抗菌药物使用,一方面可降低相关经济负担,更重要的是可以减缓细菌耐药突变的产生,因而成为遏制 AMR 的重要举措和重点目标。

从全球范围来看,人类每年为治疗上述病原体感染抗菌药物使用量为 113 亿 DDDs<sup>[8]</sup>,其中东南亚区域使用量最大,达 37 亿 DDDs,我国所属的西太平洋区域次之,达 18 亿 DDDs。从病原种类看,每年治疗结核分枝杆菌消耗的抗菌药物最多,达到 35 亿 DDDs,治疗肠外致病性大肠埃希菌及金黄色葡萄球菌次之,分别为 30 亿、18 亿 DDDs。若针对纳入评估的所有病原体(23 种)的疫苗均能成功上市,可以每年减少高达 25 亿 DDDs 的抗菌药物使用量,接近总消耗量的 1/4,若能进一步增加高危人群覆盖率,最理想情况下可减少近 50 亿 DDDs。

由于结核病抗菌治疗周期较长,因而结核疫苗对于降低抗菌药物使用量效益最为明显,在理想情况下,预计每年可减少 19 亿 DDDs。肠外致病性大肠埃希菌通常引起泌尿道感染,由于其易复发的特点,需长期使用抗菌药物进行预防,因而其疫苗对于减少抗菌药物的使用贡献也十分明显,针对其血流感染疫苗每年只能减少 0.25 亿 DDDs,然而针对尿路感染疫苗可减少 15 亿 DDDs。尤其值得注意的是,针对临床

常见的超级细菌疫苗(如针对金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌和鲍曼不动杆菌的疫苗)若能用于高危人群,每年分别可减少 7.4 亿、4.0 亿、1.8 亿、1.4 亿 DDDs,合计达 14.6 亿 DDDs。

此外病毒、寄生虫相关疫苗对减少抗菌药物的使用亦有贡献。由于上述病原体的感染常合并细菌感染,同时伴随误诊或抗菌药物不合理使用情况,因此在治疗过程中也存在大量的抗菌药物使用。疟疾疫苗每年估计可减少 0.25 亿 DDDs,轮状病毒疫苗每年可减少 0.15 亿 DDDs。

**2.3 疫苗降低 AMR 经济负担潜力评估** AMR 问题产生的巨大经济负担主要体现在两个方面:一是直接的医疗费用支出;二是由于 AMR 相关感染致病、致残甚至致死造成的社会生产力损失。因此,《报告》主要从降低医疗费用和社会生产力损失两方面进行评估(见表 1)。

对于已上市疫苗来说,肺炎链球菌疫苗是一个值得关注的案例,该疫苗 5 年内对于肺炎链球菌引起的下呼吸道感染保护效力为 25%,对侵袭性肺炎为 58%,2019 年全球范围内婴幼儿的接种覆盖率约为 51%。根据上述实际调查数据评估,肺炎链球菌疫苗每年可减少 6.26 亿美元的直接医疗开支,减少 26.45 亿美元社会生产力损失。若将疫苗覆盖到 90% 的老年人及婴幼儿,上述数字可分别达到 11.32 亿、35.24 亿美元。此外,随着肺炎链球菌疫苗的推广普及,其 AMR 相关问题似乎也得到了一定的缓解。以我国为例,肺炎链球菌近年来的检出率及耐药水平呈现出一定的下降趋势<sup>[9]</sup>,据此可以推测,尚无疫苗可用的临床常见超级细菌将有更大获益。

从《报告》评估结果看确实符合上述预期,以金黄色葡萄球菌为例,若其疫苗成功上市,理想情况下每年可减少 578.19 亿美元的医疗费用支出,降低 153.13 亿美元的社会生产力损失,紧随其后的均为临床检出率较高的超级细菌,包括肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌、屎肠球菌和铜绿假单胞菌,相应疫苗每年预计可减少 198.79 亿、111.58 亿、102.55 亿、47.56 亿美元的医疗费用支出。若能研发出上述 5 种超级细菌的疫苗并推广高危人群接种,每年预计可节省 1 038.67 亿美元,约合 7 500 亿元人民币的医疗费用开支,相当于我国 2023 年全国基本医疗保险开支<sup>[10]</sup>的四分之一。由此可见,开发原创超级细菌疫苗具有巨大的社会经济效益。

表 1 相关疫苗对遏制 AMR 产生的潜在效益

病原体	疫苗数据来源(已有/假定)	理想覆盖人群	保护效力	估计减少死亡人数 [人(95%UI)]	估计减少 DALYs [百万人年(95%UI)]	估计减少抗菌药物用量 [百万剂 DDD(95%UI)]	估计减少医院开支 [百万美元(95%UI)]	估计减少生产力损失 (百万美元)
B 型流感嗜血杆菌	已有	74% 婴儿	5 年内 93%	11 500(9 690~13 000)	1.0(0.9~1.2)	14.0(3.4~56.0)	7.9(4.5~15.5)	99
伤寒沙门菌	已有	流行地区 70% 婴儿	15 年内 85%	13 000(11 000~15 000)	1.1(1.0~1.3)	45(11~88)	117(71.5~192)	2 301
肺炎链球菌	已有	90% 婴儿及老年人	5 年内 25%~58%	71 500(62 500~81 500)	5.3(4.7~6.1)	33(15.7~64)	1 132(795~1 621)	3 524
结核分枝杆菌	假定	70% 婴儿	10 年内 80%	118 000(107 000~131 000)	4.6(4.2~5.0)	1 900(1 900~2 000)	1 012(545~1 781)	1 999
淋病奈瑟氏菌	假定	70% 青少年	10 年内 70%	未评估	0.089(0.069~0.115)	未评估	未评估	未评估
甲型副伤寒沙门菌	假定	流行地区 70% 婴儿	5 年内 70%	1 463(853~2 793)	0.128(0.075~0.224)	1.9(0.4~3.8)	7(3.7~13.1)	87
鲍曼不动杆菌	假定	70% 高危人群	5 年内 70%	217 000(202 000~232 000)	6.0(5.7~6.3)	170(140~200)	11 158(8 679~14 628)	11 144
屎肠球菌	假定	70% 高危人群	5 年内 70%	101 000(95 500~106 000)	2.7(2.6~2.9)	41(32~55)	10 255(5 919~18 551)	3 678
产肠毒素性大肠埃希菌	假定	70% 婴儿	5 年内 70%	2 779(2 043~4 136)	0.257(0.181~0.367)	13(9.2~19)	1 620(166~2 531)	176
肠外致病性大肠埃希菌	假定	70% 高危人群血流感染	5 年内 70%	103 000(93 500~115 000)	2.7(2.5~2.9)	25(20~32)	2 091(1 633~2 670)	2 649
A 群链球菌	假定	70% 婴儿	5 年内 70%	792(643~998)	0.069(0.056~0.088)	72(54~92)	3 566(1 424~8 423)	66
肺炎克雷伯菌	假定	70% 高危人群	5 年内 70%	321 000(309 000~336 000)	13.7(12.8~14.7)	400(360~440)	19 879(14 885~26 178)	16 056
非伤寒沙门菌	假定	70% 婴儿	5 年内 80%	1 820(1 412~2 624)	0.178(0.134~0.253)	1.3(0.9~1.9)	1 556(930~2 636)	94
铜绿假单胞菌	假定	70% 高危人群	5 年内 70%	119 000(113 000~126 000)	4.8(4.5~5.3)	180(160~200)	4 756(3 306~751)	5 953
志贺氏杆菌	假定	70% 婴儿	5 年内 60%	4 133(2 765~6 132)	0.369(0.242~0.553)	19(13~27)	1 649(911~2 872)	158
金黄色葡萄球菌	假定	70% 高危人群	5 年内 60%	319 000(307 000~331 000)	10.6(10.1~11.2)	740(630~880)	57 819(43 930~78 302)	15 313
艰难梭菌	假定	70% 45 岁以上人群	5 年内 70%	未评估	未评估	0.033(0.016~0.056)	未评估	未评估
空肠弯曲杆菌	假定	70% 婴儿	5 年内 70%	未评估	未评估	4.8(2.8~7.4)	未评估	未评估
幽门螺旋杆菌	假定	70% 婴儿	5 年内 70%	未评估	未评估	1.1(0.54~1.8)	未评估	未评估
流感病毒	已有	70% 孕妇, 保护新生儿	1 年内 70%	未评估	未评估	10(5.1~18)	未评估	未评估
轮状病毒	已有	70% 婴儿	2 年内 60%	未评估	未评估	15(10~21)	未评估	未评估
呼吸道合胞病毒	已有	70% 婴儿	半年内 60%	未评估	未评估	3.9(0.9~8.7)	未评估	未评估
诺如病毒	假定	70% 婴儿	5 年内 50%	未评估	未评估	6.6(3.6~12)	未评估	未评估
恶性疟原虫	已有	70% 婴儿	4 年内 40%	未评估	未评估	25(15~37)	未评估	未评估

注: UI 为不确定性区间。

### 3 《报告》结论及对超级细菌疫苗研发的启示

《报告》针对 AMR 相关的 24 种病原体及 44 种已有或假定疫苗进行了细致评估, 数据权威、翔实、全面, 信息量大, 由于本文篇幅有限, 仅对《报告》的主要内容进行分析和解读, 表 1 仅展示了 24 种病原体各 1 种代表性疫苗的评估结果。但通过关键结果的解读与展示, 已能反映出《报告》的重要结论, 即疫苗在减少 AMR 方面发挥着关键但未得到充分认识的作用。疫苗阻遏病原体的传播感染, 减少抗菌药物的使用, 从而减缓了抗性基因的进化与传播, 然而在目前相关政策制定和决策过程中, 对疫苗影响重视程度还不足。本报告强调了疫苗在遏制 AMR 方面产生的重要影响, 需要将疫苗更多地纳入遏制 AMR 战略制定。

从肺炎链球菌疫苗、伤寒沙门菌疫苗等可以看出, 已上市相关疫苗对于遏制 AMR 能够产生积极

影响, 尤其像肺炎链球菌疫苗, 若能进一步增加婴幼儿、老年人群中的覆盖率, 可放大相关效益。目前肺炎链球菌对侵袭性肺炎的保护率约为 58%, 对下呼吸道感染的保护率仅为 25%, 一方面提示可以通过新型佐剂、递送系统及增加广谱性等手段提升疫苗保护效果, 以期获得更大收益; 另一方面也说明, 虽然该疫苗的保护效果仍待提高, 但在遏制 AMR 问题上已发挥出巨大作用, 因而对于超级细菌疫苗的评价, 不应只通过保护率等直接指标判断其有效性, 尤应评价其缩短病程, 减轻病症, 减少抗菌药物使用等有益于遏制 AMR 的相关指标, 通过建立更加多维、立体的评价体系加速推动超级细菌疫苗的研究开发。

总体来看, 目前针对超级细菌的疫苗种类过少, 尤其是针对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌及肺炎克雷伯菌等临床常见超级细菌的疫苗亟待开发。上述几种疫苗若能成功上市并推广使用, 每年可避免约 100 万人死亡, 减少 15 亿 DDDs 抗菌药物使用, 降低近 2 000 亿美元的医疗开支及

社会生产力损失。此外,上述超级细菌在感染类型上虽略有偏好性,如金黄色葡萄球菌常见于皮肤软组织感染<sup>[11]</sup>,肺炎克雷伯菌常见于肺部感染<sup>[12]</sup>,铜绿假单胞菌常见于烧伤创面感染<sup>[13]</sup>,但与病毒相比,其传播途径更广,甚至出现多器官、多系统混合感染。因此在单独开发针对某种超级细菌疫苗品种的基础上,更应着手计划开发常见超级细菌的联合疫苗,从而更符合临床感染防控的实际需求。

综上所述,疫苗能够有效遏制 AMR 日益严峻的蔓延态势,但其重要性目前尚未得到大众及专业人员应有的充分重视。期望各界能够加强关注并扩大投入,尽早推出急盼的超级细菌疫苗品种并推广使用,尽快将《报告》评估的预期获益转化为现实,尽力挽救每一例因 AMR 饱受折磨的患者。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

#### [参考文献]

[1] GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990 – 2021: a systematic analysis with forecasts to 2050[J]. *Lancet*, 2024, 404(10459): 1199 – 1226.

[2] WHO. Estimating the impact of vaccines in reducing antimicrobial resistance and antibiotic use: technical report[EB/OL]. (2024 – 10 – 10)[2024 – 11 – 20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240098787>.

[3] WHO. Bacterial vaccines in clinical and preclinical development 2021: an overview and analysis[EB/OL]. (2022 – 07 – 12)[2024 – 11 – 20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240052451>.

[4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 关于印发遏制微生物耐药国家行动计划(2022—2025 年)的通知: 国卫医函〔2022〕185 号[EB/OL]. (2022 – 10 – 28)[2024 – 11 – 20]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7659/202210/2875ad7e2b2e46a2a672240ed9ee750f.shtml>.  
Medical Administration Bureau of the National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on issuing the national action plan for containing microbial drug resistance (2022 – 2025): national health and medical letter [2022] No. 185[EB/OL]. (2022 – 10 – 28)[2024 – 11 – 20]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7659/202210/2875ad7e2b2e46a2a672240ed9ee750f.shtml>.

[5] United Nations. Political declaration of the high-level meeting of the general assembly on antimicrobial resistance[EB/OL]. (2016 – 10 – 19)[2024 – 11 – 20]. <https://digitallibrary.un.org/record/845917>.

[6] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis [J]. *Lancet*, 2022, 399(10325): 629 – 655.

[7] Browne AJ, Chipeta MG, Haines-Woodhouse G, et al. Global antibiotic consumption and usage in humans, 2000 – 18: a spatial modelling study[J]. *Lancet Planet Health*, 2021, 5(12): e893 – e904.

[8] WHO. Vaccines for antimicrobial resistance(AMR)[EB/OL]. [2024 – 11 – 20]. <https://www.who.int/teams/immunization-vaccines-and-biologicals/product-and-delivery-research/anti-microbial-resistance>.

[9] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2014—2019 年细菌耐药性监测报告[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(1): 15 – 31. China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Antimicrobial resistance of bacteria: surveillance report from China Antimicrobial Resistance Surveillance System in 2014 – 2019 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2021, 20(1): 15 – 31.

[10] 国家医疗保障局. 2023 年全国医疗保障事业发展统计公报[EB/OL]. (2024 – 07 – 25)[2024 – 11 – 20]. [https://www.nhsa.gov.cn/art/2024/7/25/art\\_7\\_13340.html](https://www.nhsa.gov.cn/art/2024/7/25/art_7_13340.html).  
National Healthcare Security Administration. Statistical bulletin on the development of national medical security in 2023 [EB/OL]. (2024 – 07 – 25)[2024 – 11 – 20]. [https://www.nhsa.gov.cn/art/2024/7/25/art\\_7\\_13340.html](https://www.nhsa.gov.cn/art/2024/7/25/art_7_13340.html).

[11] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2014—2019 年临床伤口及脓液标本细菌耐药监测报告[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(2): 145 – 156. China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Antimicrobial resistance of bacteria from wound and pus specimens: surveillance report from China Antimicrobial Resistance Surveillance System in 2014 – 2019 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2021, 20(2): 145 – 156.

[12] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2014—2019 年胸腔积液标本细菌耐药监测报告[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(2): 157 – 167. China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Antimicrobial resistance of bacteria from pleural effusion specimens: surveillance report from China Antimicrobial Resistance Surveillance System in 2014 – 2019 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2021, 20(2): 157 – 167.

[13] 刘薇, 程翔, 梁玉龙, 等. 不同烧伤面积患者创面感染病原菌分布及其耐药性[J]. *中国感染控制杂志*, 2022, 21(1): 30 – 36. Liu W, Cheng X, Liang YL, et al. Distribution and antimicrobial resistance of pathogens of wound infection in patients with different burn areas [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2022, 21(1): 30 – 36.

(本文编辑:左双燕)

**本文引用格式:**邹全明,杨赞,曾浩,等. WHO《疫苗减少微生物耐药及抗菌药物使用评估报告》解读及其对超级细菌疫苗研发的启示[J]. *中国感染控制杂志*, 2025, 24(1): 1 – 5. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20257202.

**Cite this article as:** ZOU Quanming, YANG Yun, ZENG Hao, et al. Interpretation of WHO technical report: estimating the impact of vaccines in reducing antimicrobial resistance and antibiotic use and its implications for development of superbug vaccines [J]. *Chin J Infect Control*, 2025, 24(1): 1 – 5. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20257202.