

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20257237

· 论 著 ·

# 1990—2021 年中国破伤风流行病学负担分析

徐 吉, 黄国庆, 杨 宁, 周利平, 莫晓叶, 胡珊珊, 伍 平, 余长寿

(中南大学湘雅医院急诊科, 湖南 长沙 410008)

**[摘 要]** **目的** 破伤风是一种严重的感染性疾病, 致死率极高, 是全球重要的公共卫生问题。本研究旨在分析 1990—2021 年中国破伤风的流行病学负担及其变化趋势, 为疾病防治提供依据。**方法** 检索和收集 2021 年全球疾病负担(GBD 2021)数据库中与中国破伤风相关的流行病学指标及全球社会人口学指数(SDI)。使用 Joinpoint 5.3 软件对 1990—2021 年中国破伤风发病率、死亡率和伤残调整生命年(DALYs)率进行趋势分析。**结果** 1990—2021 年, 中国破伤风年龄标准化发病率(ASIR)、年龄标准化死亡率(ASMR)和年龄标准化 DALYs 率均明显下降[年平均变化百分比(AAPC) $<0$ ,  $P<0.001$ ], 且男性高于女性。各年龄段粗发病率、粗死亡率和粗 DALYs 率随时间变化整体呈下降趋势, 0~14 岁段下降幅度最大。2021 年, 70~ 岁人群破伤风粗发病率、粗死亡率和粗 DALYs 率高于 0~14、15~49、50~69 岁人群。2021 年中国破伤风的 ASIR、ASMR 和年龄标准化 DALYs 率低于全球水平, 仅高于高 SDI 地区。**结论** 1990—2021 年, 中国破伤风疾病负担存在性别、年龄差异, 随时间变化整体呈下降趋势。应加强对男性和 $\geq 70$  岁人群的破伤风健康教育, 提高破伤风一级预防措施的整体水平。

**[关 键 词]** 破伤风; 流行病学; 疾病负担; 中国; GBD 2021

**[中图分类号]** R517.3

## Epidemiological burden of tetanus in China from 1990 to 2021

XU Ji, HUANG Guoqing, YANG Ning, ZHOU Liping, MO Xiaoye, HU Shanshan, WU Ping, SHE Changshou (Department of Emergency, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China)

**[Abstract]** **Objective** Tetanus is a serious infectious diseases with high mortality, which is an important global public health issue. This study aims to analyze the epidemiological burden and changing trends of tetanus in China from 1990 to 2021, providing a basis for disease prevention and control. **Methods** Epidemiological indicators and global socio-demographic index (SDI) related to tetanus in China were retrieved and collected from the 2021 Global Burden of Disease database (GBD 2021). The trend analysis of the incidence rate, mortality rate and disability-adjusted life years (DALYs) rate of tetanus in China from 1990 to 2021 was conducted by Joinpoint 5.3 software. **Results** From 1990 to 2021, the age-standardized incidence rate (ASIR), age-standardized mortality rate (ASMR), and age-standardized disability-adjusted life years (DALYs) rate of tetanus in China decreased significantly (average annual percent change [AAPC] $<0$ ,  $P<0.001$ ), with males being significantly higher than females. The crude incidence rate, crude mortality rate, and crude DALYs rate for all age groups showed overall declining trends, with the largest decline in the 0-14 years age group. In 2021, the crude incidence rate, crude mortality rate, and crude DALYs rate of tetanus in the population aged 70+ years were higher than those in the population aged 0-14, 15-49, and 50-69 years groups. The ASIR, ASMR, and age-standardized DALYs rate of tetanus in China in 2021 were lower than the global level, only higher than those in the high SDI regions. **Conclusion** From 1990 to 2021, the disease burden of tetanus in China varied with gender and age, with an overall declining trend over time. It is necessary to strengthen tetanus health education for males and the  $\geq 70$  years population, and to improve the overall level of pri-

[收稿日期] 2024-11-28

[作者简介] 徐吉(1987-), 男(汉族), 湖北省黄冈市人, 主治医师, 主要从事脓毒症、心肺脑复苏及心肺重症的预后研究。

[通信作者] 余长寿 E-mail: scs2021@csu.edu.cn

mary prevention measures for tetanus.

[Key words] tetanus; epidemiology; disease burden; China; 2021 global burden of disease

破伤风是由破伤风梭状芽胞杆菌引起的危及生命的急性特异性中毒性疾病,典型症状为全身骨骼肌持续强直性收缩和阵发性痉挛,常因窒息、心力衰竭或肺部并发症死亡<sup>[1]</sup>。破伤风治疗目的是控制痉挛和预防心血管不稳定事件的发生<sup>[2]</sup>。为获得最佳预后,病情较重的患者需要长期重症监护治疗,其较长的住院时间和昂贵的治疗费用给患者家庭带来巨大经济负担。破伤风是疫苗可预防的疾病,我国 1978 年制定国家免疫规划儿童免疫程序,1998 年实现全国覆盖。近几十年来,全球破伤风疫苗接种计划等措施在中国取得了重大成果,新生儿和孕产妇破伤风发病率显著下降,我国于 2012 年消除孕产妇及新生儿破伤风。但在成人(尤其是老年人群)中,破伤风仍是不可忽视的重要公共卫生问题<sup>[3-4]</sup>。目前,我国非新生儿破伤风疾病负担的系统监测数据较为缺乏,尚未见基于中国全人群破伤风的大样本流行病学及疾病负担的研究报道。

全球疾病负担(global burden of disease, GBD)数据库由美国华盛顿大学健康指标与评估研究所创建<sup>[5]</sup>,旨在为全球重大健康问题提供严格、可比且共享的量化指标。本研究基于 GBD 数据库,收集 1990—2021 年中国破伤风的发病、死亡、伤残调整生命年(disability-adjusted life years, DALYs)等流行病学数据,旨在全面评估中国破伤风的疾病负担及其变化趋势,为防控工作提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究数据来源于 GBD 2021 (<https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>)。GBD 2021 系统评估了全球 204 个国家和地区的 371 种疾病与伤害及 88 种风险因素,涵盖了发病率、患病率、死亡率等指标<sup>[5-6]</sup>。从 GBD 2021 数据库中检索 1990—2021 年中国破伤风的发病数、发病率、死亡数、死亡率、DALYs、DALYs 率,以及年龄标准化发病率(age-standardized incidence rate, ASIR) 1990—2021 年间总百分比变化率(total percentage change)等数据。GBD 2021 数据库对破伤风的诊断基于国际疾病分类第十修订版。

1.2 研究方法 本研究从中国总人群、性别、年龄段(0~14、15~49、50~69、70~岁)等维度,分析

2021 年中国破伤风疾病负担现状,以及 1990—2021 年疾病负担的变化趋势,并比较中国与全球、不同社会人口学指数(socio-demographic index, SDI)地区的疾病负担差异。

SDI 是反映国家或地区发展状况的综合指标,与健康结局高度相关。通过人均收入水平、≥15 岁人口平均受教育年限、25 岁以下人群总和生育率三项指标综合计算得出。每个国家或地区都有一个对应的 SDI 数值,范围为 0~1,数值越大代表该国家或地区的发展状况越好。根据 SDI 水平不同,GBD 2021 依据 SDI 值将全球划分为 5 个等级:高 SDI、中高 SDI、中 SDI、中低 SDI 和低 SDI<sup>[7]</sup>。

1.3 统计学处理 从 GBD 中提取的所有指标以数值和 95%不确定性区间(uncertainty interval, UI)表示。采用 Joinpoint 5.3 软件分析中国破伤风总人群和不同性别的 ASIR、年龄标准化死亡率(age-standardized mortality rate, ASMR)和年龄标准化 DALYs 率,以及不同年龄段的粗发病率、粗死亡率和粗 DALYs 率。计算年度变化百分比(annual percentage change, APC)和年平均变化百分比(average annual percentage change, AAPC)。APC>0 时,发病率、死亡率和 DALYs 率呈上升趋势;APC<0 时,发病率、死亡率和 DALYs 率呈下降趋势。若 Joinpoint 回归模型未检测到趋势拐点,则 AAPC 可代表该时段的单一变化趋势<sup>[8]</sup>。 $P\leq 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2021 年全球破伤风流行特征 1990—2021 年,全球破伤风发病例数从 456 277 例(95%UI: 274 127~602 872)降至 51 191 例(95%UI: 22 500~80 349),ASIR 从 7.90(95%UI: 4.81~10.36)/10 万降至 0.69(95%UI: 0.30~1.09)/10 万。在 GBD 2021 评估的 204 个国家和地区中,按 ASIR 从高至低排序,中国居第 98 位,高于全球 106 个国家和地区。1990—2021 年,中国 ASIR 总百分比变化率为 -98.39%,下降幅度超过全球 184 个国家和地区。

2.2 中国破伤风发病特征及流行趋势 2021 年中国破伤风发病人数为 851 例(95%UI: 245~2 034),男性 603 例(95%UI: 145~1 636),女性 247 例

(95%*UI*:65~710);较 1990 年(37 160 例;95%*UI*:14 672~54 564)下降幅度达 97. 71%。ASIR 从 1990 年的 3. 49(95%*UI*:1. 39~5. 08)/10 万降至 2021 年的 0. 06(95%*UI*:0. 02~0. 13)/10 万,其中男性和女性分别下降了 98. 23%、98. 32%。2021 年,70~岁人群粗发病率高于 0~14、15~49、50~69 岁组。见表 1。

表 1 中国 1990 年和 2021 年破伤风疾病负担情况

Table 1 Disease burden of tetanus in China, 1990 – 2021

人群	1990 年					
	发病人数	ASIR(/10 万)	死亡人数	ASMR(/10 万)	DALYs	年龄标准化 DALYs 率 (/10 万)
全球	456 277 (274 127~602 872)	7. 90 (4. 81~10. 36)	205 851 (124 127~264 352)	3. 54 (2. 14~4. 52)	16 237 937 (9 722 537~21 024 537)	264. 82 (158. 12~341. 51)
中国	37 160 (14 672~54 564)	3. 49 (1. 39~5. 08)	12 439 (5 395~17 389)	1. 19 (0. 52~1. 65)	954 507 (398 941~1 378 939)	86. 79 (36. 33~125. 26)
性别						
男性	25 158 (7 418~39 641)	4. 52 (1. 37~7. 04)	7 866 (2 299~11 842)	1. 44 (0. 42~2. 13)	601 111 (176 298~954 058)	102. 97 (30. 11~162. 58)
女性	12 002 (5 967~17 505)	2. 38 (1. 18~3. 46)	4 573 (2 438~6 487)	0. 92 (0. 49~1. 30)	353 396 (183 430~513 168)	68. 62 (35. 61~99. 71)
年龄(岁)						
0~14	27 271 (9 739~43 239)	8. 57 (3. 06~13. 58) *	9 323 (3 741~13 899)	2. 93 (1. 17~4. 37) *	836 053 (334 884~1 246 707)	262. 60 (105. 19~391. 58) *
15~49	5 379 (2 305~7 848)	0. 81 (0. 35~1. 18) *	1 327 (593~1 809)	0. 20 (0. 09~0. 27) *	72 834 (33 097~98 472)	10. 92 (4. 96~14. 77) *
50~69	2 992 (1 224~4 665)	1. 95 (0. 80~3. 03) *	1 109 (500~1 568)	0. 72 (0. 33~1. 02) *	34 437 (15 325~48 394)	22. 41 (9. 97~31. 49) *
70~	1 518 (612~2 376)	4. 04 (1. 63~6. 33) *	680 (290~944)	1. 81 (0. 77~2. 51) *	11 182 (4 817~15 600)	29. 80 (12. 83~41. 57) *
人群	2021 年					
	发病人数	ASIR(/10 万)	死亡人数	ASMR(/10 万)	DALYs	年龄标准化 DALYs 率 (/10 万)
全球	51 191 (22 500~80 349)	0. 69 (0. 30~1. 09)	21 229 (9 551~32 682)	0. 29 (0. 13~0. 45)	1 341 513 (597 546~2 141 653)	19. 53 (8. 59~32. 34)
中国	851 (245~2 034)	0. 06 (0. 02~0. 13)	259 (79~624)	0. 02 (0. 01~0. 04)	9 301 (3 147~21 037)	0. 80 (0. 27~1. 75)
性别						
男性	603 (145~1 636)	0. 08 (0. 02~0. 20)	167 (42~469)	0. 02 (0. 01~0. 06)	6 017 (1 669~16 092)	0. 91 (0. 26~2. 32)
女性	247 (65~710)	0. 04 (0. 01~0. 09)	91 (24~241)	0. 01 (0~0. 03)	3 284 (1 060~7 839)	0. 69 (0. 24~1. 58)
年龄(岁)						
0~14	95 (30~208)	0. 04 (0. 01~0. 08) *	28 (9~63)	0. 01 (0~0. 02) *	2 491 (794~5 597)	0. 96 (0. 31~2. 16) *
15~49	248 (69~636)	0. 04 (0. 01~0. 10) *	54 (15~140)	0. 01 (0~0. 02) *	2 805 (864~7 148)	0. 42 (0. 13~1. 08) *
50~69	272 (72~674)	0. 07 (0. 02~0. 18) *	85 (23~217)	0. 02 (0. 01~0. 06) *	2 628 (744~6 680)	0. 69 (0. 20~1. 76) *
70~	236 (61~589)	0. 20 (0. 05~0. 49) *	92 (26~230)	0. 08 (0. 02~0. 19) *	1 376 (392~3 493)	1. 15 (0. 33~2. 93) *

注: \* 为粗率。表中发病人数、死亡人数、DALYs 依据 GBD 原始数值取整。

Joinpoint 回归分析显示,1990—2021 年中国破伤风 ASIR 呈明显下降趋势,AAPC 为  $-12.48\%$  ( $95\%CI: -12.53\% \sim -12.42\%$ ,  $P<0.001$ ),男性 AAPC 为  $-12.29\%$  ( $95\%CI: -12.35\% \sim -12.22\%$ ,  $P<0.001$ ),女性 AAPC 为  $-12.65\%$  ( $95\%CI: -12.72\% \sim -12.59\%$ ,  $P<0.001$ )。1990—2021 年不同时段,总人群和不同性别组 ASIR 均呈下降趋势( $APC<0$ ,  $P<0.001$ ),其中最大降幅均出现在 2006—2010 年(图 1A)。

1990—2021 年,中国 0~14、15~49、50~69、

70~岁破伤风发病率呈明显下降趋势,AAPC 分别为  $-16.18\%$  ( $95\%CI: -16.31\% \sim -16.03\%$ ,  $P<0.001$ )、 $-9.46\%$  ( $95\%CI: -9.51\% \sim -9.41\%$ ,  $P<0.001$ )、 $-10.14\%$  ( $95\%CI: -10.19\% \sim -10.08\%$ ,  $P<0.001$ )和  $-9.32\%$  ( $95\%CI: -9.37\% \sim -9.27\%$ ,  $P<0.001$ )。各年龄段在 1990—2021 年所有时段均呈下降趋势( $APC<0$ ,  $P<0.001$ ),0~14 岁组最大降幅出现于 2007—2010 年,15~49 岁和 50~69 岁在 1996—2000 年下降最多,70~岁在 1995—2000 年下降最多(图 1B)。

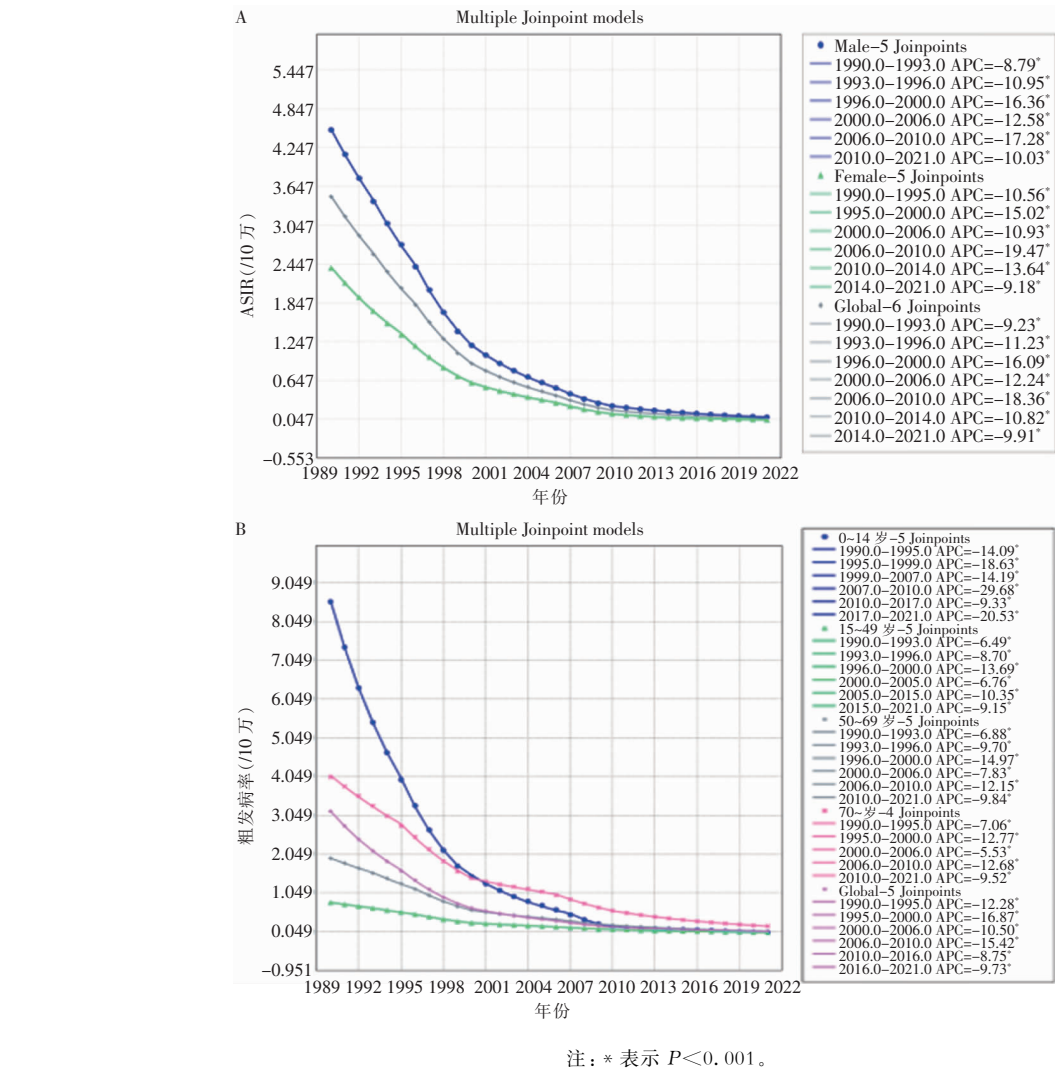


图 1 1990—2021 中国破伤风不同性别 ASIR 与不同年龄粗发病率的 Joinpoint 回归分析结果

Figure 1 Joinpoint regression analysis results of tetanus ASIR by gender and crude incidence rates by age groups in China, 1990–2021

2.3 中国破伤风死亡特征及变化趋势 2021 年中国破伤风死亡 259 例( $95\%UI: 79 \sim 624$ ),其中男性 167 例( $95\%UI: 42 \sim 469$ ),女性 91 例( $95\%UI: 24 \sim 241$ );较 1990 年(12 439 例, $95\%UI: 5 395 \sim 17 389$ ),下降幅度达 97.92%。ASMR 从 1.19

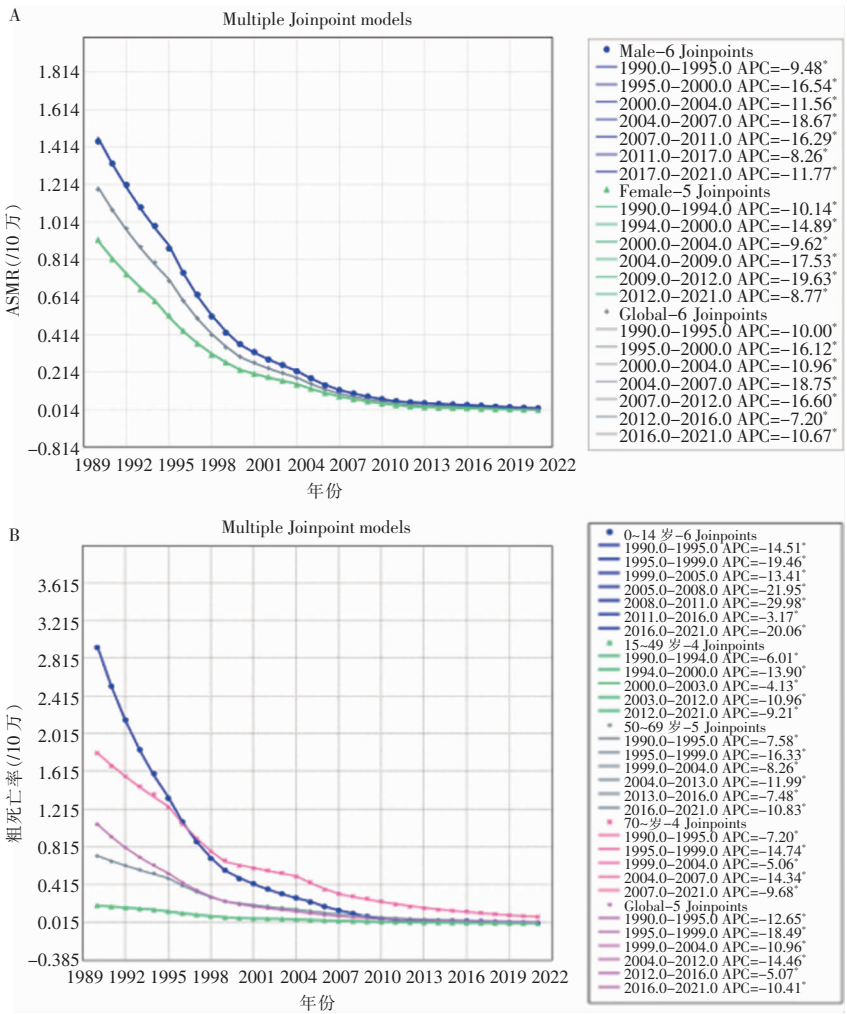
( $95\%UI: 0.52 \sim 1.65$ )/10 万降至 0.02( $95\%UI: 0.01 \sim 0.04$ )/10 万,下降了 98.32%;其中男性和女性分别下降了 98.61%、98.91%。2021 年,70~岁人群粗死亡率明显高于 0~14、15~49、50~69 岁人群。见表 1。

2021 年,中国破伤风 DALYs 为 9 301(95%*UI*: 3 147~21 037),其中男性 6 017(95%*UI*:1 669~16 092),女性 3 284(95%*UI*:1 060~7 839);较 1990 年(954 507,95%*UI*:398 941~1 378 939),下降幅度达 99.03%。年龄标准化 DALYs 率由 86.79 (95%*UI*:36.33~125.26)/10 万降至 0.80(95%*UI*: 0.27~1.75)/10 万,下降幅度达 98.08%;其中男性和女性分别下降了 99.12%、98.99%。2021 年,70~ 岁人群粗 DALYs 明显高于 0~14、15~49、50~69 岁人群。见表 1。

Joinpoint 回归分析显示,1990—2021 年中国破伤风 ASMR 呈下降趋势,AAPC 为 -12.85% (95%*CI*: -12.94%~-12.76%, $P<0.001$ ),其中男性 AAPC 为 -12.79%(95%*CI*: -12.89%~-12.70%, $P<0.001$ ),女性 AAPC 为 -12.80% (95%*CI*: -12.91%~-12.69%, $P<0.001$ )。

1990—2021 年各时段中国总人群、女性和男性 ASMR 均呈下降趋势( $APC<0$ , $P<0.001$ ),最大降幅时段分别为:总人群 2004—2007 年、女性 2009—2012 年、男性 2004—2007 年(图 2A)。

1990—2021 年,中国 0~14、15~49、50~69、70~ 岁破伤风粗死亡率呈下降趋势,AAPC 分别为 -16.54%(95%*CI*: -16.67%~-16.40%, $P<0.001$ )、-9.77%(95%*CI*: -9.89%~-9.64%, $P<0.001$ )、-10.66%(95%*CI*: -10.77%~-10.56%, $P<0.001$ )和 -9.69%(95%*CI*: -9.80%~-9.57%, $P<0.001$ )。1990—2021 年不同时间段中国不同年龄段破伤风粗死亡率均呈下降趋势( $APC<0$ , $P<0.001$ ),0~14 岁组在 2008—2011 年下降幅度最大,15~49 岁在 1994—2000 年下降幅度最大,50~69 岁组和 70~ 岁组在 1995—1999 年下降幅度最大(图 2B)。



注: \* 表示  $P<0.001$ 。

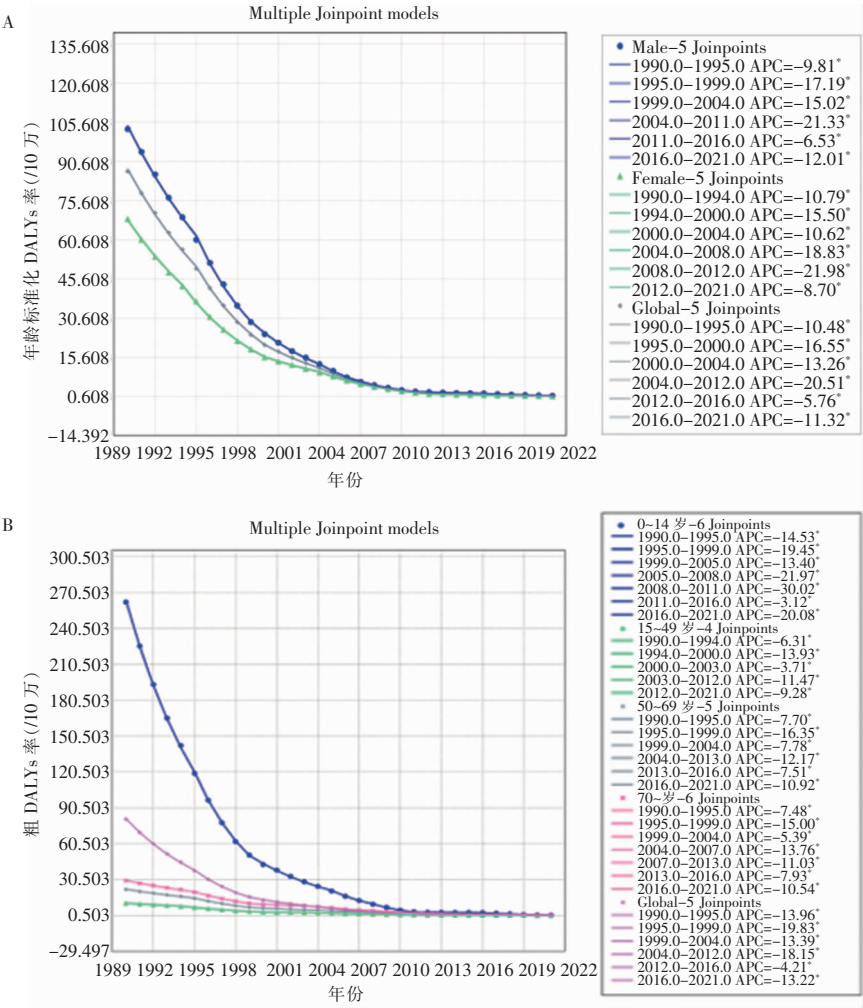
图 2 1990—2021 中国不同性别破伤风 ASMR 和不同年龄段粗死亡率的 Joinpoint 回归模型图

Figure 2 Joinpoint regression model of tetanus ASMR by gender and crude mortality rate by age groups in China, 1990 - 2021

Joinpoint 回归分析显示,1990—2021 年,中国破伤风年龄标准化 DALYs 率呈下降趋势,AAPC 为  $-14.07\%$  ( $95\%CI: -14.16\% \sim -13.98\%$ ,  $P<0.001$ ),其中男性 AAPC 为  $-14.18\%$  ( $95\%CI: -14.28\% \sim -14.09\%$ ,  $P<0.001$ ),女性 AAPC 为  $-13.75\%$  ( $95\%CI: -13.83\% \sim -13.67\%$ ,  $P<0.001$ )。1990—2021 年不同时间段中国总人群、女性和男性的破伤风年龄标准化 DALYs 率均呈下降趋势 ( $APC<0$ ,  $P<0.001$ ),分别以 2004—2012 年、2008—2012 年、2004—2011 年下降幅度最大(图 3A)。

1990—2021 年,中国 0~14、15~49、50~69、70~

岁破伤风粗 DALYs 率的 AAPC 分别为  $-16.55\%$  ( $95\%CI: -16.68\% \sim -16.41\%$ ,  $P<0.001$ )、 $-9.95\%$  ( $95\%CI: -10.07\% \sim -9.81\%$ ,  $P<0.001$ )、 $-10.68\%$  ( $95\%CI: -10.81\% \sim -10.58\%$ ,  $P<0.001$ )和  $-10.00\%$  ( $95\%CI: -10.12\% \sim -9.90\%$ ,  $P<0.001$ )。1990—2021 年各时间段中国不同年龄段破伤风粗 DALYs 率均呈下降趋势 ( $APC<0$ ,  $P<0.001$ ),0~14 岁在 2008—2011 年下降幅度最大,15~49 岁在 1994—2000 年下降幅度最大,50~69 岁和 70~岁在 1995—1999 年幅度最大(图 3B)。



注: \* 表示  $P<0.001$ 。

图 3 1990—2021 中国不同性别破伤风年龄标准化 DALYs 率和不同年龄段粗 DALYs 率的 Joinpoint 回归模型图

Figure 3 Joinpoint regression model of tetanus age-standardized DALYs rate by gender and crude DALYs rate by age groups in China, 1990 - 2021

2.4 2021 年中国、全球及不同 SDI 地区男女性别破伤风疾病负担情况 2021 年,SDI 等级越高的地区,男性、女性破伤风 ASIR、ASMR 和年龄标准化

DALYs 率越低,且男性各项指标均高于女性。中国破伤风的 ASIR、ASMR 和年龄标准化 DALYs 率低于全球水平,仅高于高 SDI 地区。见表 2。

表 22021 年中国、全球及不同 SDI 地区男女破伤风的疾病负担情况(/10 万)

Table 2Disease burden of tetanus by gender in China, global and in different SDI regions, 2021 (/100 000)

地区	ASIR			ASMR			年龄标准化 DALYs 率		
	男性	女性	总体	男性	女性	总体	男性	女性	总体
中国	0.08 (0.02~0.20)	0.04 (0.01~0.09)	0.06 (0.02~0.13)	0.02 (0.01~0.06)	0.01 (0~0.03)	0.02 (0.01~0.04)	0.91 (0.26~2.32)	0.69 (0.24~1.58)	0.80 (0.27~1.75)
全球	0.82 (0.33~1.40)	0.56 (0.24~0.92)	0.69 (0.30~1.09)	0.32 (0.13~0.56)	0.26 (0.11~0.44)	0.29 (0.13~0.45)	20.71 (8.00~36.83)	18.38 (8.38~31.62)	19.53 (8.59~32.34)
高 SDI 地区	0.02 (0.01~0.04)	0.01 (0~0.02)	0.01 (0.01~0.03)	0 (0~0.01)	0 (0~0)	0 (0~0)	0.11 (0.04~0.27)	0.07 (0.03~0.15)	0.09 (0.03~0.19)
中高 SDI 地区	0.12 (0.03~0.25)	0.05 (0.02~0.08)	0.08 (0.02~0.15)	0.03 (0.01~0.06)	0.01 (0~0.03)	0.02 (0.01~0.04)	1.40 (0.34~2.85)	0.87 (0.28~1.61)	1.13 (0.36~1.95)
中 SDI 地区	0.63 (0.26~1.15)	0.28 (0.11~0.48)	0.45 (0.21~0.76)	0.17 (0.07~0.32)	0.09 (0.04~0.17)	0.13 (0.06~0.22)	8.36 (3.35~15.74)	5.56 (2.57~10.51)	6.93 (3.08~12.01)
中低 SDI 地区	1.18 (0.43~2.08)	0.92 (0.35~1.68)	1.05 (0.40~1.79)	0.43 (0.14~0.79)	0.38 (0.14~0.68)	0.40 (0.15~0.70)	24.19 (7.28~49.66)	22.38 (9.00~43.26)	23.27 (8.37~43.09)
低 SDI 地区	2.24 (0.85~3.90)	1.58 (0.67~3.55)	1.91 (0.90~3.12)	1.20 (0.46~2.10)	0.91 (0.38~2.15)	1.05 (0.51~1.77)	61.77 (25.16~110.84)	51.97 (21.63~116.03)	56.82 (28.84~93.56)

注:括号里为 95%UI。

3 讨论

破伤风是一种极为严重的感染性疾病,致死率极高,是全球重要的公共卫生问题。了解中国破伤风的流行病学趋势和疾病负担具有非常重要的意义。本研究使用 GBD 数据库的可靠数据,分析 1990—2021 年中国破伤风的流行病学负担、年龄、性别倾向以及与 SDI 的关系,结果表明,中国破伤风 ASIR、ASMR 和年龄标准化 DALYs 率均逐年下降,30 余年,下降了约 98%,表明中国在破伤风防治方面取得了显著成效。然而,男性和 70 岁以上群体仍是中国破伤风发病率和死亡率较高人群,需重点关注。

破伤风的发病率与经济水平显著相关,随 SDI 增长而下降<sup>[9]</sup>。本研究显示,1990—2021 年,中国和全球破伤风发病数和发病率均显著下降,中国破伤风 ASIR 总百分比变化率为-98.39%,下降幅度大于全球绝大多数国家和地区。2021 年,中国破伤风 ASIR 由 1990 年的 3.49/10 万降至 0.06/10 万,明显低于全球水平,仅高于高 SDI 地区。这些差异与中国社会高速发展、医疗技术的提升、医疗卫生保障措施的完善及环境卫生的改善相关。尽管破伤风的发病率降低,但仍需加强预防和控制措施,以防出现“反弹”现象。

破伤风是一种致命性疾病。本研究结果显示,2021 年,中国破伤风 ASMR 由 1990 年的 1.19/10 万

降至 0.02/10 万,下降了 98.32%;年龄标准化 DALYs 率由 1990 年的 86.79/10 万降至 0.80/10 万,下降了 98.08%;二者均明显低于全球水平,仅高于高 SDI 地区。及时有效的气道管理是降低破伤风早期病死率的关键措施<sup>[10]</sup>。1978 年改革开放以来,中国医院规模扩大、医疗质量不断提升,国家药物政策体系不断完善,这些变化改善了破伤风患者的预后。尽管中国在降低破伤风死亡率方面取得了显著进展,但仍存在诸多挑战。在无机械通气支持的条件下,呼吸衰竭和喉痉挛是最常见的死亡原因;而在接受机械通气的患者中,破伤风相关的自主神经功能障碍是主要的死亡原因<sup>[11]</sup>。因此,建议每例疑似或确诊破伤风的患者均须严密观察,并在具备气管插管或气管切开能力的重症监护病房(ICU)进行治疗。如何进一步降低破伤风的病死率仍是一项重大挑战。

本研究发现,中国破伤风疾病负担近 30 余年一直处于下降趋势,其中 1994—2000 年和 2004—2012 年下降幅度最大,可能的原因包括:(1)1978 年我国卫生部下发《关于加强计划免疫工作的通知》,将百白破疫苗纳入了儿童免疫规划,计划 3 年内在全国普遍实行计划免疫。1988—1990 年,我国实施普及儿童免疫目标,以省和县为单位儿童疫苗接种率达 85%;1996 年,进一步实现了以乡为单位儿童疫苗接种率达到 85%的目标。2004 年,国务院颁布修订的《中华人民共和国传染病防治法》,规定对儿童实行免费常规预防接种;2007 年,我国扩大国家



免疫规划的疫苗种类,并用无细胞百白破联合疫苗逐步替代全细胞百白破联合疫苗。以上免疫政策法规的完善与疫苗技术的革新,是我国破伤风 ASIR 持续下降,以及 $<15$ 岁人群和总人群破伤风发病率在 2006—2010 年下降幅度最大的主要原因。(2)20 世纪中晚期,我国加强对破伤风的重视,在颁布政策、推广疫苗接种的同时,大力开展破伤风健康教育,提高了非计划免疫目标人群对破伤风的认识,增强了其个人防护意识及受伤后及时就医的意识;改革开放以来,我国医疗技术迅速发展,尤其是加强了破伤风患者的呼吸支持治疗。这些因素可能是 $\geq 15$ 岁人群发病率、死亡率、DALYs 率在 1994—2000 年下降幅度最大的原因。2000 年后,随着马破伤风免疫球蛋白和人破伤风免疫球蛋白的应用<sup>[12]</sup>,我国 $<15$ 岁人群破伤风死亡率在 2004—2012 年下降幅度最大。(3)我国破伤风疾病负担逐年下降还与经济的快速发展相关,我国 SDI 持续上升,从 1990 年的 0.456 增至 2017 年的 0.707,并在 2003 年超过全球平均水平<sup>[13]</sup>。

本研究结果显示,中国男性破伤风 ASIR、ASMR 及年龄标准化 DALYs 率均高于女性,其中 ASIR 与 ASMR 是女性的 2 倍,与全球及不同 SDI 地区趋势一致。性别差异的可能原因包括:(1)男性作为主要体力劳动者,更多参与户外高危活动和体力劳动,外伤暴露风险更高,破伤风梭菌感染的风险更大。需加强公众防护意识,提升个人防护技能,强调外伤后及时规范处理及正确使用防护用品(如手套、护目镜等)的重要性。(2)随着出生环境改善和住院分娩率提升,中国于 2012 年成功消除孕产妇破伤风,显著降低女性破伤风发病率。世界卫生组织建议孕妇于妊娠中晚期(通常指第 4~9 个月)完成破伤风疫苗接种,最好不晚于妊娠结束前 15 d<sup>[14]</sup>。美国疾病预防控制中心建议在妊娠 27~36 周接种破伤风疫苗<sup>[15]</sup>。但在我国,针对孕妇的破伤风特异性免疫策略尚未广泛推广,且适配疫苗供应不足。因此,需加强成人(尤其男性)破伤风疫苗接种,重点覆盖高危职业人群(如农民、建筑工人、军人及特定专业学生)。

中国老年人群破伤风发病与死亡负担较重。2021 年,70~岁人群破伤风粗发病率及粗死亡率最高,其次为 50~69 岁人群。在美国、法国、意大利、澳大利亚等国家,老年人亦是破伤风的高发人群<sup>[2,7]</sup>。首先,1960 年前出生(现 $\geq 65$ 岁)人群多属未接种人群,为破伤风发病高危群体。其次,机体免疫功能及

破伤风抗体水平随年龄增长而下降。Meta 分析显示,中国健康人群破伤风抗体滴度随年龄增长呈下降趋势<sup>[16]</sup>。Gou 等<sup>[10]</sup>对 2000 年后中国成人破伤风病例的系统分析显示,病例集中在 40~60 岁人群,其中 $>96\%$ 无破伤风疫苗接种史。研究<sup>[17]</sup>显示,破伤风类毒素疫苗接种 1 年后保护率为 71.48%,10 年后降至 26.58%;抗破伤风 IgG 水平由首年 0.23 IU/mL 降至第 10 年的 0.04 IU/mL。随着人口老龄化加剧,潜在破伤风发病人群基数扩大。破伤风感染后住院周期长、费用高昂,给社会医疗资源及家庭带来沉重负担。

综上所述,中国破伤风疾病负担存在性别和年龄差异,随时间变化整体呈下降趋势。新生儿和孕妇的免疫接种计划应继续保持,成人(尤其老年人群)的免疫计划需重点关注。应加强对男性及 70 岁以上人群的破伤风健康教育,提升破伤风一级预防措施的整体水平,降低疾病负担。

作者贡献声明:徐吉负责研究设计,数据收集、整理和统计学分析,初稿撰写;黄国庆、胡珊珊负责数据收集和分析;周利平、杨宁、莫晓叶、伍平负责论文撰写与修改;余长寿负责研究设计和指导,论文修改,对论文的知识性内容进行批评性审阅。同时,感谢中南大学湘雅医院湘雅医学学术促进中心王颖编辑对论文统计方法的指导。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

- [1] 刘斯,刘理,刘佳阳,等.《非新生儿破伤风诊疗规范(2024 年版)》要点解读[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 45(11): 1468 - 1476.  
Liu S, Liu C, Liu JY, et al. Interpretation of the key points of *Regulation for diagnosis and treatment of non-neonatal tetanus* (2024 Edition) [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2024, 45(11): 1468 - 1476.
- [2] Yen LM, Thwaites CL. Tetanus[J]. Lancet, 2019, 393 (10181): 1657 - 1668.
- [3] 中国创伤救治联盟,北京大学创伤医学中心. 中国破伤风免疫预防专家共识[J]. 中华外科杂志, 2018, 56(3): 161 - 167.  
China Trauma Rescue and Treatment Association, Peking University Trauma Medicine Center. Chinese expert consensus on tetanus immunization [J]. Chinese Journal of Surgery, 2018, 56(3): 161 - 167.



- [4] 中华预防医学会. 破伤风高风险人群主动免疫制剂使用专家共识[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 45(6): 761–769.  
Chinese Preventive Medicine Association. Expert consensus on the use of tetanus vaccines for the high-risk group of post-traumatic tetanus[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2024, 45(6): 761–769.
- [5] GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021; a systematic analysis for the global burden of disease study 2021[J]. Lancet, 2024, 403(10440): 2133–2161.
- [6] GBD 2021 Risk Factors Collaborators. 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.
- [7] GBD 2021 Demographics Collaborators. Global age-sex-specific mortality, life expectancy, and population estimates in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1950–2021, and the impact of the COVID-19 pandemic; a comprehensive demographic analysis for the global burden of disease study 2021[J]. Lancet, 2024, 403(10440): 1989–2056.
- [8] 姚凌子, 蒋德楠, 吴静, 等. 1990—2021 年全球儿童青少年紧张性头痛患病率时间变化趋势研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(10): 1058–1065.  
Yao LZ, Jiang DN, Wu J, et al. Temporal trend of the global prevalence rate of tension-type headache in children and adolescents in 1990–2021[J]. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2024, 26(10): 1058–1065.
- [9] Li J, Liu ZC, Yu C, et al. Global epidemiology and burden of tetanus from 1990 to 2019; a systematic analysis for the global burden of disease study 2019[J]. Int J Infect Dis, 2023, 132: 118–126.
- [10] Gou Y, Li SM, Zhang JF, et al. 6084 cases of adult tetanus from China: a literature analysis[J]. Infect Drug Resist, 2023, 16: 2007–2018.
- [11] Thwaites CL, Yen LM, Loan HT, et al. Magnesium sulphate for treatment of severe tetanus: a randomised controlled trial[J]. Lancet, 2006, 368(9545): 1436–1443.
- [12] 张晓萌, 王艳华, 王传林. 破伤风被动免疫制剂的发展历史及应用状况[J]. 中华微生物学和免疫学杂志, 2018, 38(6): 472–475.  
Zhang XM, Wang YH, Wang CL. Development and application of passive immunizing agents against tetanus: a literature review[J]. Chinese Journal of Microbiology and Immunology, 2018, 38(6): 472–475.
- [13] 宇传华, 白建军. 社会人口指数(SDI)的概念及其应用[J]. 公共卫生与预防医学, 2020, 31(1): 5–10.  
Yu CH, Bai JJ. The concept of socio-demographic index (SDI) and its application[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2020, 31(1): 5–10.
- [14] WHO. Pertussis vaccines: WHO position paper, August 2015 – recommendations[J]. Vaccine, 2016, 34(12): 1423–1425.
- [15] Etti M, Calvert A, Galiza E, et al. Maternal vaccination: a review of current evidence and recommendations[J]. Am J Obstet Gynecol, 2022, 226(4): 459–474.
- [16] 陈娅妮, 胡莹雪, 郑徽, 等. 中国健康人群破伤风 IgG 抗体水平 Meta 分析[J]. 中国疫苗和免疫, 2024, 30(2): 231–236.  
Chen YN, Hu YX, Zheng H, et al. A Meta-analysis of tetanus antibody levels among healthy populations in China[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2024, 30(2): 231–236.
- [17] Zhang C, Hu WJ, Ma Y, et al. Seroepidemiology of tetanus among healthy people aged 1–59 years old in Shaanxi province, China[J]. Vaccines (Basel), 2022, 10(11): 1806.

(本文编辑:左双燕)

**本文引用格式:**徐吉,黄国庆,杨宁,等. 1990—2021 年中国破伤风流行病学负担分析[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(7): 923–931. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20257237.

**Cite this article as:** XU Ji, HUANG Guoqing, YANG Ning, et al. Epidemiological burden of tetanus in China from 1990 to 2021 [J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(7): 923–931. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20257237.