

# 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担变化趋势与预测

杨雪能, 李锐娟, 李波, 罗文东, 杨振东, 袁勇, 董明林, 郭立民, 舒钧, 陈翰博  
昆明医科大学第二附属医院

**摘要:**目的 分析 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担及其变化趋势, 为脊髓损伤的预防工作提供理论依据。方法 利用 GBD 2021 数据库, 提取发病、患病、伤残寿命损失年 (YLD) 等指标描述中国脊髓损伤疾病负担变化, R 语言进行数据可视化, Joinpoint 模型分析疾病负担时间变化趋势, APC 模型估算年龄、时期、队列效应, BAPC 模型预测 2022—2040 年脊髓损伤标化发病率。结果 相比 1990 年, 我国脊髓损伤的 YLD 率、标化 YLD 率在 2021 年出现下降, 其余指标均增加; 疾病负担随年龄增加而升高, 男性高于女性; 跌倒是疾病负担形成的主要原因; 1990—2021 年标化发病率、标化患病率、标化 YLD 率的平均年度变化百分比为 0.007%, 0.156%, -0.344%; APC 模型显示发病率随年龄增大而升高, 随时期增加呈波动上升, 随出生队列递增呈波动下降; 预测模型显示, 2022—2040 年脊髓损伤的标化发病率呈下降趋势。结论 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担呈上升趋势, 存在性别、年龄差异, 跌倒是主要原因, 中老年、男性是重点负担人群, 应采取有效措施进行干预。

**关键词:** 脊髓损伤; 疾病负担; 变化趋势; 预测; 中国

中图分类号: R744 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)14-2682-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202408116

## Trends and predictions of the burden of spinal injuries in China, 1990 - 2021

YANG Xue-neng, LI Rui-juan, LI Bo, LUO Wen-dong, YANG Zhen-dong, YUAN Yong,  
DONG Ming-lin, GUO Li-min, SHU Jun, CHEN Han-bo

Kunming Medical University Second Affiliated Hospital, Kunming, Yunnan 650101, China

**Abstract: Objective** To analyze the burden of spinal injuries and its changing trends in China from 1990 to 2021, providing a theoretical basis for the prevention of spinal injuries. **Methods** Using the GBD 2021 database, indicators such as incidence, prevalence, and Years Lived with Disability (YLD) were extracted to describe the changes in the burden of spinal injuries in China. Data visualization was performed using the R language, the Joinpoint model was used to analyze the temporal trends of disease burden, the APC model was used to estimate age, period, and cohort effects, and the BAPC model was used to predict the standardized incidence rate of spinal injuries from 2022 to 2040. **Results** Compared to 1990, the YLD rate and standardized YLD rate of spinal injuries in China showed a decline in 2021, while other indicators increased; the disease burden increased with age, with males having a higher burden than females; falls were the main cause of the disease burden; the average annual percentage change in standardized incidence rate, standardized prevalence rate, and standardized YLD rate from 1990 to 2021 was 0.007%, 0.156%, and -0.344%, respectively; the age-period-cohort model showed that the incidence rate increased with age, fluctuated upwards with time, and fluctuated downwards with the birth cohort; the prediction model indicated that the standardized incidence rate of spinal injuries will show a declining trend from 2022 to 2040. **Conclusion** The burden of spinal injuries in China from 1990 to 2021 showed an upward trend, with gender and age differences, falls being the main cause, and the elderly and males being the key burden groups; effective measures should be taken for intervention.

**Keywords:** Spinal injuries; Disease burden; Trend; Prediction; China

基金项目: 云南省“高层次人才培养支持计划”(YNWR-MY-2020-059)

作者简介: 杨雪能(1997—), 男, 硕士, 住院医师, 研究方向: 脊柱脊髓疾病

通信作者: 舒钧与陈翰博为共同通信作者。舒钧, E-mail: 1498245422@qq.com; 陈翰博, E-mail: 24925188@qq.com

脊髓损伤是严重影响中枢神经系统的损害, 致损伤平面以下完全或不完全感觉和或运动功能丧失, 并发相关疾病而过早死亡<sup>[1-2]</sup>, 幸存者则面临生活质量严重下降<sup>[3]</sup>, 每年造成超过 450 万伤残寿命损失年, WHO 数据显示, 全球约有 1 500 万脊髓损伤患者, 中

国约 374 万例,且每年新增 9 万例,持续增加的患者表明脊髓损伤已成为我国重要的医疗挑战,且脊髓损伤与入学率和经济参与率下降相关,带来严重的社会、经济和个人负担<sup>[4]</sup>。大多数脊髓损伤患者由创伤(如跌倒、交通事故等)引起,这意味着脊髓损伤是可以预防的<sup>[5]</sup>。鉴于我国庞大的人口及老龄化趋势,脊髓损伤疾病负担可能会增加,故进行流行病学研究是十分必要的。

本研究采用多种分析方法,以更科学地揭示 1990 至 2021 年中国脊髓损伤疾病负担的动态变化。数据来源于全球疾病负担(Global Burden of Disease Study 2021, GBD 2021)数据库<sup>[6]</sup>,综合运用 Joinpoint 回归模型识别疾病负担变化的关键时间节点,并通过平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC)量化趋势,揭示负担变化轨迹<sup>[7]</sup>。年龄-时期-队列(Age-Period-Cohort, APC)模型则通过解析年龄、时期与出生队列效应,分析不同年龄层与出生年代人群在特定时间段内的负担差异<sup>[8]</sup>。此外,本研究应用贝叶斯年龄-时期-队列(Bayesian age-period-cohort, BAPC)模型开展未来趋势预测,综合历史趋势与年龄、时期、队列等因素,为 2022 至 2040 年脊髓损伤负担变化提供科学预测<sup>[6]</sup>。

本研究近三十年的时间跨度分析,提供了脊髓损伤现状、主要原因及防控形势的关键数据,为制定公共卫生政策和资源配置方案提供科学依据。通过结合实际数据和预测模型,我们能够对未来干预措施提供有效的策略建议,旨在减轻脊髓损伤带来的社会、经济及个人负担,并推动相关公共卫生政策的改进和优化。

## 1 资料与方法

**1.1 数据来源** 数据来自 GBD 2021,该数据库全面分析全球 204 个国家和地区及 811 个次级国家地区的 371 种疾病和伤害及 87 种危险因素的疾病负担。本研究以“Spinal Injuries”为研究疾病,“All causes”为损伤原因,“YLD”“Incidence”“Prevalence”为指标,提取 1990—2021 年分年龄段、性别的数据并进行分析。

**1.2 测算指标** 选取发病人数、发病率、患病人数、患病率、伤残寿命损失年(Years Lived with Disability, YLD)及其标化率评估中国脊髓损伤的疾病负担情况,采用各损伤原因的发病、患病人数及 YLD 人年数百分比评估主要损伤原因。

**1.3 统计方法** 应用 R 4.3.1 进行数据可视化;应用 Joinpoint 5.0.2 软件计算各指标的年度变化百分比(annual percent change, APC)及 AAPC,分析疾病

负担时间变化趋势;应用 APC 模型探讨中国脊髓损伤发病率的年龄、时期、队列效应,鉴于 80 岁以上人口占比较少,故将 80 岁及以上人口合并为一组,每 5 年一个年龄组,共纳入 17 个年龄组;最后应用 BAPC 模型预测 2022—2040 年中国脊髓损伤的标化发病率,所有分析中, $p$  值  $< 0.05$  被视为具有统计学显著性。

## 2 结果

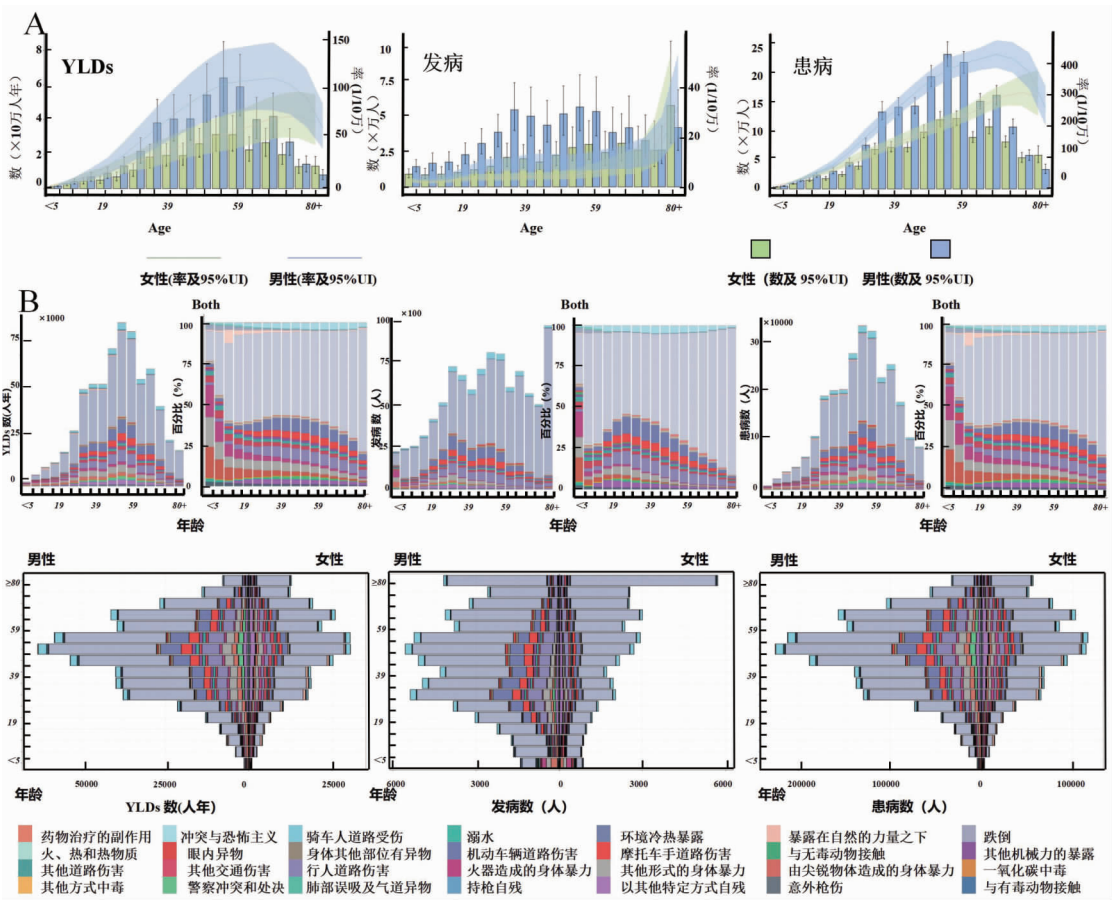
**2.1 2021 年中国脊髓损伤疾病负担情况** 2021 年,中国脊髓损伤发病数 99.36 万例,发病率 7.0/10 万,标化发病率 6.2/10 万,男性显著高于女性;患病总数 276.63 万例,患病率 194.4/10 万,标化患病率 151.7/10 万,男性较高;YLD 为 575.18 万人年, YLD 率 52.8/10 万,标化率 41.6/10 万,男性伤残寿命损失年亦高于女性。从年龄分布看,发病数、患病数、YLD 数峰值分别出现在  $\geq 80$  岁(0.99 万例)、70~74 岁(34.56 万例)、50~54 岁(9.53 万人年)。发病率随年龄升高,  $\geq 80$  岁为最高;患病率在 70~74 岁前上升,后下降;YLD 率随年龄增长,在 65~69 岁达峰,见图 1。

**2.2 2021 年中国脊髓损伤原因分析** 2021 年,中国全体、男性及女性居民脊髓损伤的前三大病因依次为跌倒、机动车辆道路伤害和行人道路伤害。全体居民各年龄段发病主因均为跌倒; $< 5$  岁组中, YLD 和患病数占比最高为火器暴力,余年龄段以跌倒为主因。见图 1。

**2.3 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担变化趋势** 1990—2021 年,中国脊髓损伤发病数、发病率及标化发病率分别上升 43.3%、18.6%、1.6%;患病数、患病率及标化患病率上升 63.3%、34.9%、1.3%;YLD、YLD 率分别上升 26.5%、4.6%;但标化 YLD 率下降 25.2%,见表 1。各项疾病负担指标除标化 YLD 率外均波动上升,且男性指标始终高于女性。

1990—2021 年,60 岁以下居民标化 YLD 率整体下降,随年龄增长降幅趋缓;60 岁以上呈上升趋势,且随年龄增大而升高,60~74 岁组最高。各年龄段标化发病率于 2008 年显著上升,45 岁以上随年龄递增,50~74 岁组始终居首,除 5 岁以下外,各年龄段标化患病率均上升,50~64 岁组保持最高,见图 2。

**2.4 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担的 Joinpoint 回归分析** 1990—2021 年,中国脊髓损伤总体、男性、女性标化 YLD 率 AAPC 分别为 -0.344%、-0.346%、-0.298%;标化发病率 AAPC 分别为 0.007%、0.017%、-0.001%;标化患病率 AAPC 分别为 0.156%、0.305%、-0.066%。见图 3。



注:A 为脊髓损伤疾病负担的年龄、性别差异;B 为脊髓损伤的原因占比。

图 1 2021 年中国脊髓损伤疾病负担年龄、性别差异及主要原因分析

Fig. 1 Spinal Cord Burden by Age and Gender, and Major Causes in China, 2021

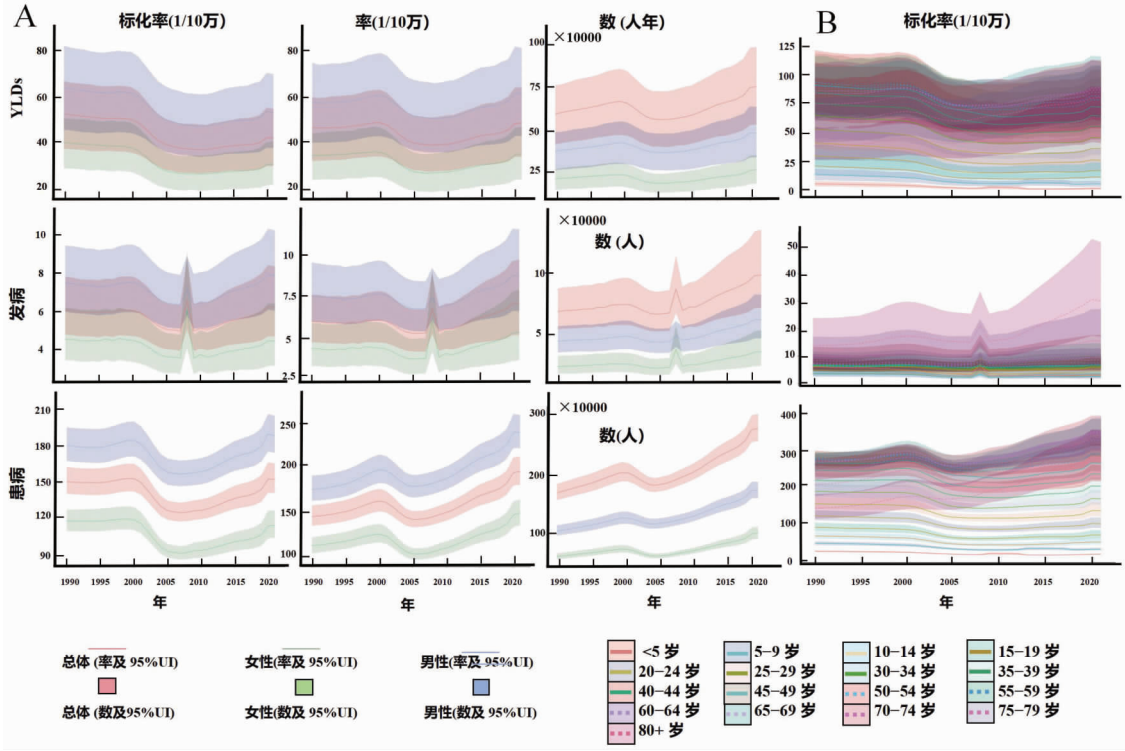
表 1 1990,2021 年中国脊髓损伤疾病负担分析

Table 1 Analysis of Spinal Cord Disease Burden in China in 1990 and 2021

	总体(95% UI)		女性(95% UI)	
	1990 年	2021 年	1990 年	2021 年
<b>YLDs</b>				
数(万人)	59.4(41.8 ~ 76.0)	75.2(53.3 ~ 98.4)	21.6(15.2 ~ 27.3)	26.9(18.8 ~ 35.4)
率(1/10 万)	50.5(35.5 ~ 64.6)	52.8(37.5 ~ 69.1)	38.0(26.8 ~ 47.9)	38.8(27.0 ~ 51.0)
标化率(1/10 万)	52.1(36.9 ~ 66.4)	41.6(29.3 ~ 54.4)	39.5(28.1 ~ 49.9)	30.0(20.9 ~ 39.8)
<b>发病</b>				
数(万人)	6.9(5.5 ~ 8.8)	9.9(7.2 ~ 13.7)	2.4(1.8 ~ 3.3)	3.7(2.5 ~ 5.4)
率(1/10 万)	5.9(4.7 ~ 7.5)	7.0(5.1 ~ 9.6)	4.3(3.2 ~ 5.8)	5.3(3.6 ~ 7.8)
标化率(1/10 万)	6.1(4.8 ~ 7.8)	6.2(4.7 ~ 8.4)	4.5(3.4 ~ 6.2)	4.4(3.1 ~ 6.4)
<b>患病</b>				
数(万人)	169.4(157.4 ~ 184.4)	276.7(255.8 ~ 300.8)	63.5(58.7 ~ 69.0)	103.0(93.4 ~ 113.5)
率(1/10 万)	144.0(133.8 ~ 156.7)	194.4(179.8 ~ 211.4)	111.4(103.0 ~ 121.1)	148.2(134.5 ~ 163.5)
标化率(1/10 万)	149.8(139.7 ~ 162.1)	151.7(140.4 ~ 165.0)	116.9(108.3 ~ 126.4)	113.3(102.9 ~ 125.7)
	男性(95% UI)			
	1990 年	2021 年		
<b>YLDs</b>				
数(万人)	37.8(26.6 ~ 48.8)	48.3(34.2 ~ 63.5)		
率(1/10 万)	62.3(43.9 ~ 80.4)	66.3(47.0 ~ 87.2)		
标化率(1/10 万)	63.7(45.1 ~ 81.9)	52.7(37.2 ~ 69.5)		
<b>发病</b>				
数(万人)	4.5(3.6 ~ 5.7)	6.3(4.8 ~ 8.3)		
率(1/10 万)	7.4(5.9 ~ 9.4)	8.6(6.5 ~ 11.4)		

(续表)

	男性(95% UI)	
	1990 年	2021 年
标化率(1/10 万)	7.5(6.0 ~ 9.5)	7.9(6.0 ~ 10.3)
患病		
数(万人)	105.9(98.2 ~ 115.3)	173.7(160.6 ~ 187.9)
率(1/10 万)	174.6(161.9 ~ 190.1)	238.5(220.6 ~ 258.0)
标化率(1/10 万)	180.1(167.2 ~ 195.3)	188.3(173.9 ~ 205.0)



注:A 为 1990—2021 年脊髓损伤疾病负担的性别趋势;B 为 1990—2021 年脊髓损伤疾病负担年龄趋势。

图 2 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担性别、年龄差异分析

Fig. 2 Analysis of Gender and Age Differences in Spinal Cord Disease Burden in China, 1990—2021

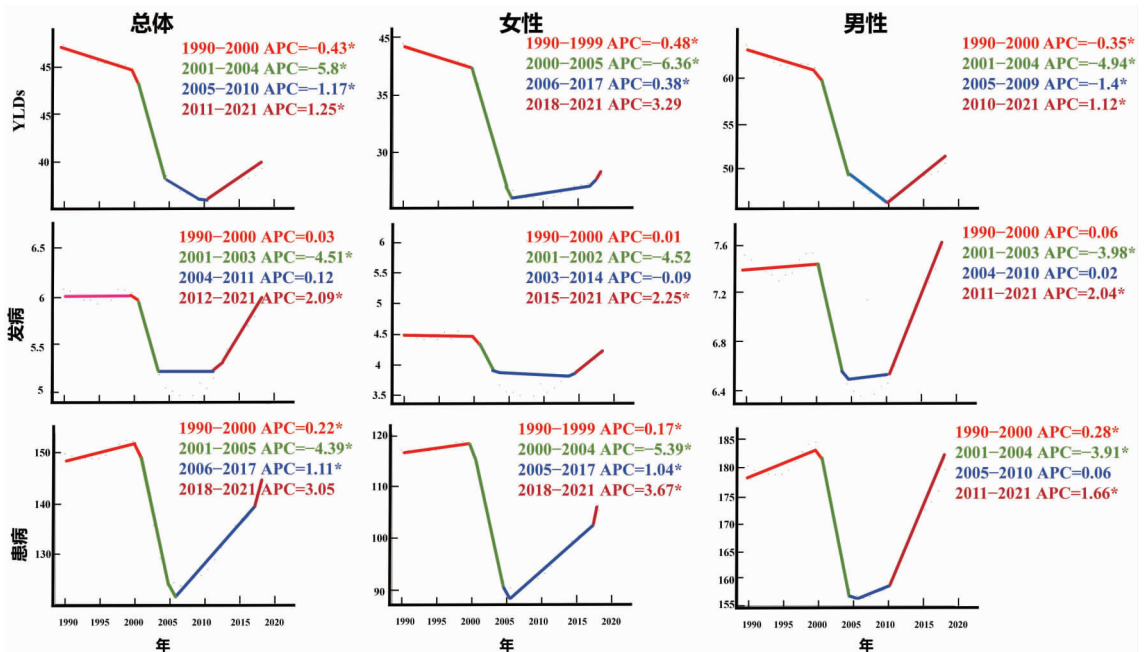


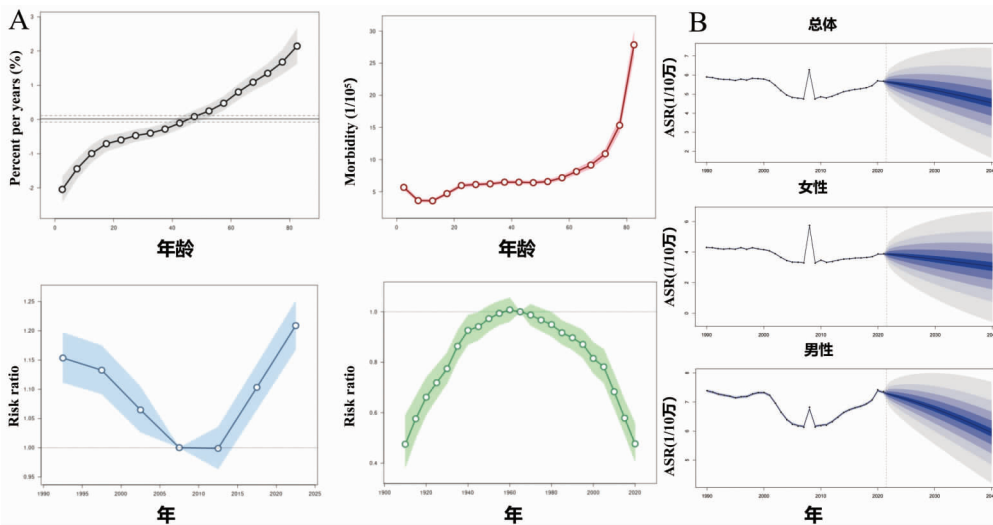
图 3 1990—2021 年中国脊髓损伤疾病负担时间变化趋势

Fig. 3 Temporal Trend of Spinal Cord Disease Burden in China, 1990—2021

**2.5 1990—2021 年中国脊髓损伤发病率的年龄 - 时期 - 队列分析** 1990—2021 年,中国脊髓损伤发病率净漂移为 0.017%,随年龄增长上升,80 岁以上组最高。年龄效应显示,0~14 岁略降,15 岁后随龄增高,80 岁以上达峰。时期效应中,以 2007 年为基准(相对危险度(relative risk,  $RR$ ),  $RR = 1.000$ ),1990—2007 年下降,2007—2012 年持平,2012—2021 年上升,2021 年达最高( $RR = 1.209$ )。队列效应上,以

1965 年为参考( $RR = 1.00$ ),1910—1960 年出生人群风险上升,1960 年达峰( $RR = 1.000$ ),此后逐步下降,见图 4A。

**2.6 2022—2040 年中国脊髓损伤发病率变化趋势预测** 预测显示,2022—2040 年中国脊髓损伤标化发病率将下降,全人群由 2019 年的 5.43/10 万降至 2040 年的 4.48/10 万,女性由 1.88/10 万降至 1.53/10 万,男性由 3.73/10 万降至 2.95/10 万。见图 4B。



注:A 为脊髓损伤发病率的年龄、时期、队列效应;B 为 2022—2040 年年脊髓损伤标化发病率的预测。

图 4 1990—2021 年中国脊髓损伤发病率的年龄 - 时期 - 队列分析及标化发病率的预测

Fig. 4 Age - Period - Cohort Analysis of the Incidence of Spinal Cord in China from 1990 to 2021 and Prediction of Standardized Incidence Rate of Spinal Cord

### 3 讨论

本研究显示,2021 年中国脊髓损伤发病人数达 9.9 万例,患病人数达 276.6 万例,YLD 人年数为 575.2 万人年,疾病负担较重。

1990 年至 2021 年中国脊髓损伤 YLD 率及标化 YLD 率下降,但发病及患病相关指标增高,疾病负担仍呈上升趋势。这与经济、医疗及人口结构变化相关,经济发展改变了生活方式,更多人尝试极限运动,交通事故频发,导致脊髓损伤发病增加<sup>[9-10]</sup>;医疗技术进步提高了确诊率,增加疾病的患病人数;疾病管理和康复服务匮乏及脊髓损伤复杂的病理变化导致过早死亡和 YLD 增加<sup>[11-12]</sup>;同时,老年人比例上升也是发病及患病相关指标升高的一个重要原因。

跌倒脊髓损伤疾病负担形成的首要因素,国内外多项研究一致支持这一结论<sup>[13-14]</sup>。原因包括公共环境安全隐患;老年人口增多,身体机能衰退,使他们更易跌倒<sup>[15]</sup>;医疗资源分配不均衡,导致中老年人健康管理未受到应有的关注<sup>[16]</sup>;以及现代科技产品使

用导致的颈椎力学变化等。性别差异也是脊髓损伤疾病负担的特征之一。男性的疾病负担明显高于女性,这种与男性从事高危工作比例较高相关<sup>[17]</sup>。跌倒及交通事故为主要原因,而男性作为主要汽车驾驶群体,受伤风险显著高于女性<sup>[18]</sup>;此外,生理结构差异和雌激素相关的神经修复功能也可能是性别差异的关键因素<sup>[19-20]</sup>。这一趋势具有全球普遍性<sup>[21]</sup>,表明无论地理或社会文化背景,性别差异和跌倒作为风险因素均广泛存在。

脊髓损伤的疾病负担与年龄密切相关。研究表明脊髓损伤的发病率、发病人数、患病率、患病人数、YLD 数、YLD 率随年龄升高而增加,在 50~74 岁达到高峰。随着年龄增大,血管健康恶化、免疫功能下降,增加脊髓损伤修复难度,同时慢性疾病和退行性疾病的增加,影响中老年人活动,且其平衡能力、感觉和反应力减退,增加跌倒风险<sup>[22]</sup>;骨量丢失导致椎体脆弱,跌倒后易压迫脊髓<sup>[23]</sup>;居住环境中的安全隐患,如湿滑地面和照明不足,也增加了跌倒风险<sup>[24]</sup>。

Joinpoint 回归分析显示,2012 年后标化 YLD 率、

标化发病率、标化患病率呈现上升趋势,但标化 YLD 率的 AAPC 值呈负值,表明脊髓损伤发病、患病人数增加,但伤残寿命损失年数下降,我国对脊髓损伤临床治疗及康复管理取得成效,男女发病、患病的 AAPC 值差异显著,女性呈负值、男性呈正值,提示女性的预防措施效果较好,男性仍需加强干预。调整偏差后,14 岁以上的发病率变化不明显,14 岁后逐渐上升,可能与青少年参与高风险活动相关,时期效应显示 2012 年后发病风险增加,可能与金融危机后交通运输等行业复苏有关<sup>[25]</sup>,队列效应显示自 1960 年代起,脊髓损伤的发病风险呈下降趋势,可能与医疗条件的改善与疾病控制相关<sup>[26]</sup>。

本研究基于 BAPC 模型分析脊髓损伤疾病负担<sup>[27-28]</sup>。模型显示,2022—2040 年中国全体居民、男性和女性脊髓损伤的标准化发病率呈缓慢下降趋势,这与交通安全管理政策、创伤应急救助体系的完善以及居民预防意识的提高有关,但受人口数量及构成影响,发病人数仍会出现持续上升,相关疾病负担将加重。因此,我国脊髓损伤的疾病负担依然严峻,需在保持现有成效的基础上,继续加强预防措施,推动交通安全政策实施,以减轻脊髓损伤带来的社会和经济负担。

综上所述,1990—2019 年中国脊髓损伤疾病负担呈上升趋势,造成严重的伤残寿命损失,且存在年龄和性别差异,50 岁以上人群和男性居民的负担较重。尽管预测显示 2022 年后脊髓损伤标准化发病率下降,但人口基数增加,发病人数仍将上升。因此,需要加强全居民干预,改善道路基础设施,规范交通行为,减少交通事故,完善酒精和枪支管理政策,减少暴力事件发生,为高危人群提供适当的医疗资源,推动康复服务和设备发展,改善患者生活质量,减轻疾病负担。

本研究存在一定局限性。首先,GBD 2021 数据库未提供中国各省的详细数据,未能分析不同地区脊髓损伤的负担差异及变化趋势。此外,数据库指标限制了脊髓损伤死亡率的统计,影响了对疾病负担的全面评估。未来应在中国开展更广泛的流行病学研究,调查各省的疾病负担现状及成因,并补充死亡率等关键数据,为脊髓损伤防治提供精准的数据支持,更科学应对公共卫生挑战。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

## 参考文献

[1] Shang ZZ, Wanyan PP, Zhang BL, et al. Incidence and risk factors of deep vein thrombosis in patients with spinal cord injury: a systematic review with meta-analysis [J]. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2023, 10: 1153432.

[2] Hoekstra S, Trbovich M, Koek W, et al. The effect of level of injury on diabetes incidence and mortality after spinal cord injury – a longitudinal cohort study [J]. *Spinal Cord*, 2024, 62(4): 164 – 169.

[3] Liu JW, Hao AA, Shang XR, et al. Incidence and risk factors of urinary tract infection in hospitalized patients with spinal cord injury in a hospital of China [J]. *Scientific Reports*, 2024, 14(1): 3579.

[4] Zhou H, Lou Y, Chen L, et al. Epidemiological and clinical features, treatment status, and economic burden of traumatic spinal cord injury in China: a hospital-based retrospective study [J]. *Neural Regeneration Research*, 2024, 19(5): 1126 – 1133.

[5] Hu SA, Wang PJ, Dong YM, et al. Incidence, prevalence and disability of spinal cord injury in China from 1990 to 2019: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *European Spine Journal*, 2023, 32(2): 590 – 600.

[6] Wang Y, Wang M, Liu C, et al. Global burden of liver cirrhosis 1990 – 2019 and 20 years forecast: results from the global burden of disease study 2019 [J]. *Annals of Medicine*, 2024, 56(1): 2328521.

[7] Han Y, Li YS, Wang SY, et al. Temporal trend analysis of acute hepatitis B virus infection in China, 1990 – 2019 [J]. *Epidemiology and Infection*, 2024, 152: e48.

[8] Ou Y, Long YC, Ji LL, et al. Trends in disease burden of chronic lymphocytic leukemia at the global, regional, and National levels from 1990 to 2019, and projections until 2030: a Population – Based epidemiologic study [J]. *Frontiers in Oncology*, 2022, 12: 840616.

[9] Li J, Liu J, Liu HW, et al. The trends in sports-related spinal cord injury in China [J]. *Spinal Cord*, 2023, 61(3): 218 – 223.

[10] Zhao YD, Cao JH, Ma YDA, et al. Correction to: demographics of road injuries and micromobility injuries among China, India, Japan, and the United States population: evidence from an age – period – cohort analysis [J]. *BMC Public Health*, 2022, 22(1): 852.

[11] Song QF, Cui Q, Sun S, et al. Crosstalk between cell death and spinal cord injury: neurology and therapy [J]. *Molecular Neurobiology*, 2024, 61(12): 10271 – 10287.

[12] Hu X, Xu W, Ren YL, et al. Spinal cord injury: molecular mechanisms and therapeutic interventions [J]. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 2023, 8(1): 245.

[13] 刘辰君,周脉耕,刘海鹰,等. 1990—2019 年中国颈脊髓损伤的流行病学调查 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2023, 33(5): 390 – 396.

[13] Liu CJ, Zhou MG, Liu HY, et al. Epidemiological survey of cervical spinal cord injury in China from 1990 to 2019 [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2023, 33(5): 390 – 396. (In Chinese)

[14] 李文选,李瑞峰,于宝龙. 2012—2019 年度 956 例创伤性脊髓损伤住院患者流行病学分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31(7): 626 – 631.

[14] Li WX, Li RF, Yu BL. Epidemiological analysis of 956 inpatients with traumatic spinal cord injury from 2012 to 2019 [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2021, 31(7): 626 – 631. (In Chinese)

[15] 王文资,赵洪朋. 不同认知参与程度身体锻炼对老年人执行功

- 能的影响:来自行为和 fNIRS 的证据[J]. 沈阳体育学院学报, 2024, 43(3): 77-84, 136.
- Wang WZ, Zhao HP. Effects of physical exercises with varying levels of cognitive engagement on executive functions of the elderly: evidence from behaviors and fNIRS[J]. Journal of Shenyang Sport University, 2024, 43(3): 77-84, 136. (In Chinese)
- [16] 胡耀岭,徐洋洋,王广州. 中国老年人口健康状态转移规律与失能预防策略研究[J]. 中国人口科学, 2024, 38(2): 19-34.
- Hu YL, Xu YY, Wang GZ. The regularity in the elder's health status transition and its implication on disability prevention [J]. Chinese Journal of Population Science, 2024, 38(2): 19-34. (In Chinese)
- [17] Ding W, Hu S, Wang P, et al. Spinal cord injury: the global incidence, prevalence, and disability from the global burden of disease study 2019[J]. Spine, 2022, 47(21): 1532-1540.
- [18] 陈淑琬,赵鹏飞,刘丹丹,等. 2005—2021 年中国道路交通事故死亡趋势分析[J]. 疾病监测, 2025, 40(1): 133-137.
- Chen SW, Zhao PF, Liu DD, et al. Incidence trend of road traffic accident death in China, 2005-2021 [J]. Disease Surveillance, 2025, 40(1): 133-137. (In Chinese)
- [19] Klein SL, Pekosz A, Park HS, et al. Sex, age, and hospitalization drive antibody responses in a COVID-19 convalescent plasma donor population[J]. Journal of Clinical Investigation, 2020, 130(11): 6141-6150.
- [20] Simpkins JW, Singh M, Brock C, et al. Neuroprotection and estrogen receptors[J]. Neuroendocrinology, 2012, 96(2): 119-130.
- [21] Moshi H, Sundelin G, Sahlen KG, et al. Traumatic spinal cord injury in the north-east Tanzania - describing incidence, etiology and clinical outcomes retrospectively [J]. Global Health Action, 2017, 10(1): 1355604.
- [22] 陆翹楚,王康,张露文. 中国中老年人的多重慢病与跌倒风险: 基于 CHARLS 的证据[J]. 实用医学杂志, 2024, 40(13): 1851-1858.
- Lu QC, Wang K, Zhang LW. Multimorbidity and falls in middle-aged and elderly People in China: evidence from CHARLS [J]. The Journal of Practical Medicine, 2024, 40(13): 1851-1858. (In Chinese)
- [23] Zhao Y, Xue R, Shi N, et al. Aggravation of spinal cord compromise following new osteoporotic vertebral compression fracture prevented by teriparatide in patients with surgical contraindications [J]. Osteoporosis International: a Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA, 2016, 27(11): 3309-3317.
- [24] Fothergill J, O'driscoll D, Hashemi K. The role of environmental factors in causing injury through falls in public places [J]. Ergonomics, 1995, 38(2): 220-223.
- [25] Lu YB, Shang ZZ, Zhang W, et al. Global incidence and characteristics of spinal cord injury since 2000 - 2021: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Medicine, 2024, 22(1): 285.
- [26] 黄文琪,刘丹,邱聪龄,等. 全球消灭脊髓灰质炎进展[J]. 中国疫苗和免疫, 2024, 30(3): 363-369.
- Huang WQ, Liu D, Qiu CL, et al. Progress towards global poliomyelitis eradication [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2024, 30(3): 363-369. (In Chinese)
- [27] Liu C, Xu T, Xia W, et al. Incidence, prevalence, and causes of spinal injuries in China, 1990-2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Chinese Medical Journal, 2024, 137(6): 704-710.
- [28] Guan B, Anderson DB, Chen LX, et al. Global, regional and National burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. BMJ Open, 2023, 13(10): e075049.

收稿日期: 2024-08-08

(上接第 2681 页)

- [19] Kang PS, Neeland IJ. Body fat distribution, diabetes mellitus, and cardiovascular disease: an update [J]. Current Cardiology Reports, 2023, 25(11): 1555-1564.
- [20] Sheng GT, Lu S, Xie QY, et al. The usefulness of obesity and lipid-related indices to predict the presence of Non-alcoholic fatty liver disease [J]. Lipids in Health and Disease, 2021, 20(1): 134.
- [21] 袁悦,李楠,任爱国,等. 流行病学研究中相加和相乘尺度交互作用的分析[J]. 现代预防医学, 2015, 42(6): 961-965, 975.
- Yuan Y, Li N, Ren AG, et al. Analysis of the application of the additive model and the multiplicative statistical model in biological interaction [J]. Modern Preventive Medicine, 2015, 42(6): 961-965, 975. (In Chinese)
- [22] 邓西平,颜睿婷,边姗姗,等. 体质指数与甘油三酯葡萄糖乘积指数对成年人高尿酸血症患病的交互作用[J/OL]. 预防医学情报杂志, 1-7 [2025-05-04]. <https://doi.org/10.19971/j.cnki.1006-4028.240309>.
- Deng XP, Yan RT, Bian SS, et al. Interaction between body mass index and triglyceride-glucose index on the occurrence of hyperuricemia among adults [J]. Journal of Preventive Medicine Information, 1-7 [2025-05-04]. <https://doi.org/10.19971/j.cnki.1006-4028.240309>. (In Chinese)
- [23] 田英杰,吴广,吴云,等. 三酰甘油-葡萄糖乘积指数与肥胖对蒙古族高血压患病的交互作用[J]. 中华高血压杂志, 2023, 31(1): 78-84.
- Tian YJ, Wu G, Wu Y, et al. The interaction between triglyceride-glucose product index and obesity on the prevalence of hypertension in Mongolian population [J]. Chinese Journal of Hypertension, 2023, 31(1): 78-84. (In Chinese)
- [24] Palma R, Pronio A, Romeo M, et al. The role of insulin resistance in fueling NAFLD pathogenesis: from molecular mechanisms to clinical implications [J]. J Clin Med, 2022, 11(13): 3649.
- [25] Cobos-Palacios L, Ruiz-Moreno MI, Vilches-Perez A, et al. Metabolically healthy obesity: Inflammatory biomarkers and adipokines in elderly population [J]. PLoS One, 2022, 17(6): e0265362.

收稿日期: 2025-02-26