·流行病与统计方法·

1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤的负担趋势分析

李杰辉[1],李智斐[2],韩斌[1],李俊华[1],曾祥轩[1],梁家豪[1],方锦涛[1],张翼升[2]
1.广西中医药大学研究生院,广西 南宁 530000;2.广西中医药大学附属第一医院脊柱骨伤科,广西 南宁 530000

摘要:目的　本研究系统分析了 1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤负担变化趋势,具体包括发病率、患病率及伤残生命年(years lived with disability, YLD)。**方法**　研究基于全球疾病负担 2021 数据库,使用 1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤相关开放数据,评估发病率、患病率和 YLD 的变化特征,同时应用 joinpoint 回归分析和年龄 – 时期 – 队列(age-period-cohort,APC)模型分析探讨时间趋势。**结果**　2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤患病人数为 1 480 074 例,发病人数为 62 724 例,年龄标准化患病率(age-standardized prevalence rate,ASPR)为 80.21/10 万,年龄标准化发病率(age-standardized incidence rate,ASIR)为 3.76/10 万,伤残生命年总数为 397 472 年,相应的年龄标准化伤残生命年为 21.74/10 万。性别差异分析显示,男性的疾病负担远高于女性。Joinpoint 回归结果表明,ASIR 在 1995—2000 年呈缓慢上升趋势(APC=1.89),2000—2005 年出现显著下降(APC=–6.12),而在 2010—2021 年迅速上升(2010—2015 年 APC= 5.90;2015—2021 年 APC=4.59)。相应地,ASPR 在 1990—2001 年略有上升(APC=0.55),2001—2005 年显著下降(APC=–8.58),并在 2010—2021 年再次快速增长(APC=5.08)。在 YLD 方面,1990—2000 年保持稳定,2000—2007 年下降(APC = –9.94),在 2010—2021 年上升(APC = 4.68),男性与女性总体趋势一致。APC 模型分析结果提示,脊髓损伤发病风险随年龄增长显著上升,时期效应与队列效应虽存在波动但总体呈上升趋势,表明经济发展、医疗改善及人口老龄化可能共同推动了疾病负担的增加。**结论**　1990—2019 年中国因跌倒导致的脊髓损伤的疾病负担持续上升,其中男性和老年人群的发病风险显著高于女性和年轻人。相关公共卫生政策需积极应对人口老龄化及高危人群风险管理等挑战,以有效遏制脊髓损伤带来的长期健康与社会影响。

关键词:跌倒;脊髓损伤;趋势;全球疾病负担
中图分类号:R744　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1003-8507(2026)09-1549-08
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202512022

Burden trend of spinal cord injuries due to falls in China from 1990 to 2021

LI Jie-hui*, LI Zhi-fei, HAN bin, LI Jun-hua, ZENG Xiang-xuan, LIANG Jia-hao, FANG jin-tao, ZHANG Yi-sheng
Graduate School, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530000, China

Abstract: Objective This study systematically analyzed temporal trends in the burden of spinal cord injury (SCI) attributable to falls in China from 1990 to 2021, focusing on incidence, prevalence, and years lived with disability (YLD). **Methods** Data were obtained from the Global Burden of Disease (GBD) 2021 database, using publicly available national estimates of fall-related SCI in China from 1990 to 2021. Descriptive analyses were conducted to characterize changes in incidence, prevalence, and YLD. Temporal trends were further examined using Joinpoint regression and age-period-cohort (APC) models. **Results** In 2021, the number of prevalent cases of fall-related SCI in China was estimated at 1 480 074, with 62 724 incident cases. The age-standardized prevalence rate (ASPR) was 80.21 per 100 000 population and the age-standardized incidence rate (ASIR) was 3.76 per 100 000 population. Total YLDs reached 397 472 years, corresponding to an age-standardized YLD rate (ASYR) of 21.74 per 100 000 population. Sex-based analysis showed a substantially higher disease burden in males than in females. Joinpoint regression indicated a modest increase in ASIR during 1995—2000 (APC=1.89), a marked decline during 2000—2005 (APC=–6.12), followed by a rapid increase during 2010—2021 (2010—2015: APC=5.90; 2015—2021: APC=4.59). Similarly, ASPR showed a slight increase during 1990—2001 (APC=0.55), a significant decline during 2001—2005 (APC=–8.58), and a renewed rapid increase during 2010—2021 (APC=5.08). YLDs remained relatively stable from 1990 to 2000, declined during

基金项目:国家自然科学基金(82260942);广西自然科学基金(2022JJA140858)
作者简介:李杰辉(2001—),男,硕士在读,研究方向:脊柱相关疾病的中医诊治研究
通信作者:张翼升,E-mail:996913937@qq.com

2000—2007 (APC=-9.94), and increased during 2010—2021 (APC=4.68). Overall trends were comparable between males and females. APC analysis revealed a pronounced increase in SCI risk with advancing age, while period and cohort effects fluctuated but showed an overall upward pattern, suggesting that economic development, improvements in healthcare, and population aging may jointly contribute to the increasing burden. **Conclusion** From 1990 to 2021, the disease burden of SCI in China has increased substantially, with males and older adults experiencing markedly higher risks than females and younger populations. Targeted public health strategies addressing population aging and risk management among high-risk groups are urgently needed to mitigate the long-term health and societal impacts of SCI.

Keywords: Falls; Spinal cord injury; Trends; Global burden of disease

世界卫生组织(World Health Organization,WHO)将“跌倒”界定为个体在非自愿情形下,身体意外下移至地面、地板或其他较低位置的事件[1-2]。从全球视角看,跌倒是继道路交通事故之后导致非故意伤害死亡的第二大主要因素,每年约造成 68.4 万人死亡[1]。目前,跌倒已被认为是脊髓损伤(spinal cord injury)的首要外部诱因之一,其带来的健康与社会经济影响深远[3-4]。脊髓损伤通常会引起长期或永久性功能障碍、寿命缩短及沉重的医疗与康复负担,患者在多数情况下需依赖长期医疗服务与持续照护[5]。在不同人群中,跌倒所致脊髓损伤的风险存在显著差异。尤其在老年个体及从事高坠落风险或体力劳动岗位的群体中,相关伤害更为常见且后果严重[6]。然而,尽管跌倒相关脊髓损伤的健康负担持续上升,针对其全球变化趋势及各国差异的系统性分析仍相对不足。基于此,本研究利用《全球疾病负担研究》(Global Burden of Disease, GBD)2021 数据库,对 1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤负担进行系统评估,旨在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,能够为未来干预措施提供有效的策略建议,减轻跌倒引发的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　对象与方法

1.1　数据来源　本研究所使用的脊髓损伤相关数据来源于《全球疾病负担研究》(Global Burden of Disease, GBD)2021 数据库。该数据库涵盖了 1990—2021 年全球 371 种疾病和损伤的流行病学估计值,覆盖 21 个 GBD 地区及 204 个国家和地区[7]。本研究从中提取了中国 1990—2021 年与脊髓损伤相关的全部数据。选择“跌倒”作为主要结局变量。在年龄分析中,既包含了“所有年龄组”与“年龄标准化”指标,也进一步考察了以下具体年龄段:<5 岁、5~9 岁、10~14 岁、15~19 岁、20~24 岁、25~29 岁、30~34 岁、35~39 岁、40~44 岁、45~49 岁、50~54 岁、55~59 岁、60~64 岁、65~69 岁、70~74 岁、75~79 岁、80~84 岁、85~89 岁、90~94 岁以及 95 岁及以上组。分析中纳入了“男性”“女性”“两性合计”三类性别分组。

1.2　统计分析　本研究报告了与脊髓损伤相关的年龄标准化发病率(age-standardized incidence rate, ASIR)、年龄标准化患病率(age-standardized prevalence rate,ASPR)以及年龄标准化伤残生命年率(age-standardized years lived with disability rate, ASYR)。其中,伤残生命年(years lived with disability, YLD)用于量化由脊髓损伤所致的总体健康损失,通过估算患者因功能受限而损失的健康年数来反映疾病负担。年龄标准化率的计算基于 GBD 数据库所采用的标准化全球人口结构。为了评估各项指标的不确定性与波动范围,本研究使用了 95%不确定性区间(95% uncertainty interval, *UI*)进行统计分析。此外,采用 joinpoint 回归模型对时间序列数据进行趋势变化分析[8-9],相关分析由 Joinpoint 软件完成。本研究采用年龄-时期-队列(age-period-cohort, APC)模型来评估不同年龄、时期及出生队列对脊髓损伤流行特征的独立影响。

2　结　果

2.1　2021 年中国因跌倒导致脊髓损伤的疾病负担

2.1.1　发病率　2021 年,中国因跌倒导致的脊髓损伤全年龄发病例数估计为 62 724 例。其中,男性为 38 067 例,女性为 24 657 例。ASIR 为 3.76/10 万,其中男性为 4.6/10 万,女性为 2.79/10 万。男性及女性发病率在 70 岁以下相对稳定,在 70~94 岁年龄段快速上升,男性发病率峰值出现在 90~94 岁,为 36/10 万(95% *CI*:66/10 万~18/10 万);女性的发病率峰值出现在 95 岁及以上,为 39/10 万(95% *CI*:79/10 万~16/10 万)。

2.1.2　患病率　2021 年中国因跌倒相关脊髓损伤的全年龄患病人数为 1 480 074 例。其中男性患病 917 057 例,女性患病 563 017 例。对应的 ASPR 为 80.21/10 万,其中男性为 99.14/10 万,女性为 60.09/10 万。年龄差异方面,男性患病率随年龄升高,在 0~70 年龄段之间稳定增长,最高值出现在 70~74 岁,为 238/10 万(95% *CI*:283/10 万~198/10 万),随后开始下降。而女性的患病率在 0~85 岁年龄段呈稳定增长趋势,峰值出现在 85~89 岁,为 222/10

万(95% *CI*:318/10 万 ~ 145/10 万),在 90 ~ 95 岁及以上年龄段呈下降趋势。

2.1.3　YLD　2021 年中国因跌倒导致脊髓损伤的 YLD 总数为 397 472 年，其中男性为 252 626 年,女性为 144 846 年。相应的 ASYR 为 21.74/10 万,男性为 27.53/10 万,女性为 15.62/10 万。YLD 的年龄差异方面与患病率类似，男性 YLD 在 65 岁之前稳定增长,最高值出现在 65 ~ 69 岁,为 61/10 万(95% *CI*:83/10 万 ~ 42/10 万)，而女性的 YLD 在 80 岁之前呈上升趋势,峰值出现在 80 ~ 84 岁,为 51/10 万(95% *CI*:76/10 万 ~ 32/10 万)。见表 1,图 1、2。

表 1　2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤的所有年龄病例和 ASPR、ASIR 和 YLD

Table 1　All age cases of SCI caused by falls in China in 2021, along with ASPR, ASIR, and YLD

测量指标	人数			年龄标准化率(/10 万)		
	两性	男性	女性	两性	男性	女性
ASPR	1480 074 (1 279 782 ~ 1 716 100)	917 057 (796 955 ~ 1 054 336)	563 017 (480 709 ~ 660 652)	80.21 (69.21 ~ 92.94)	99.14 (85.83 ~ 114.47)	60.09 (51.17 ~ 71.26)
ASIR	62 724 (38 326 ~ 99 430)	38 067 (24 512 ~ 59 054)	24 657 (13 646 ~ 41 534)	3.76 (2.35 ~ 5.94)	4.68 (3.05 ~ 7.14)	2.79 (1.56 ~ 4.69)
YLD	397 472 (279 486 ~ 536 646)	252 626 (177 456 ~ 338 707)	144 846 (100 167 ~ 195 581)	21.74 (15.1 ~ 29.54)	27.53 (19.09 ~ 37.48)	15.62 (10.75 ~ 21.37)

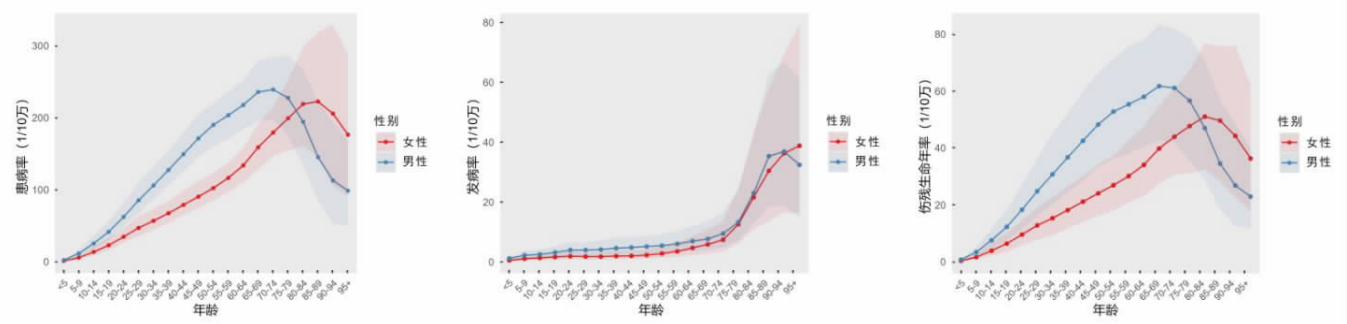


图 1　中国不同年龄组因跌倒导致的脊髓损伤负担的性别差异

Figure 1　Gender differences in the burden of SCI caused by falls among different age groups in China

2.2　1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤疾病负担变化

2.2.1　Joinpoint 回归分析结果　本研究对中国 1990—2021 年因跌倒导致的脊髓损伤 ASIR、ASPR 及 ASYR 进行了 joinpoint 回归分析。分析结果显示，ASIR 在不同时间段呈现明显波动:1995—2000 年呈缓慢上升趋势(APC=1.89,95% *CI*:0.90 ~ 2.90),随后在 2000—2005 年迅速下降(APC= −6.12,95% *CI*:−7.04 ~ −5.19)，而 2010—2015 年再次快速上升(APC=5.90,95% *CI*:4.84 ~ 6.97),2015—2021 年继续增长 (APC=4.59,95% *CI*:4.03 ~ 5.16)。ASPR 在 1990—2001 年缓慢增长 (APC=0.55,95% *CI*:0.28 ~ 0.81),2001—2005 年出现显著下降(APC=−8.58,95% *CI*:−10.24 ~ −6.89),而 2010—2021 年再次快速上升(APC= 5.08,95% *CI*:4.83 ~ 5.33)。ASYR 在 1990—2000 年保持稳定,2000—2007 年下降(APC=−9.94,95% *CI*:−11.51 ~ −8.35)，在 2010—2021 年上升(APC=4.68,95% *CI*:4.43 ~ 4.96)。性别分层分析显示,男性与女性的 ASIR、ASPR 和 YLD 变化趋势基本一致,均呈现先下降、随后快速上升的模式。见图 3。

2.2.2　中国 1990—2019 年因跌倒导致脊髓损伤 ASIR、ASPR 及 YLD 的 AAPC　1990—2021 年,中国因跌倒导致的脊髓损伤的 ASIR、ASPR 及 ASYR 分别累积上升 1.04%、1.16%、0.25%。进一步分析显示，女性的平均年度变化百分比 (average annual percentage change,AAPC) 在 ASIR、ASPR 及 YLD 方面均高于男性。见表 2。

表 2　1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤 ASIR、ASPR 和 ASYR 的 AAPC

Table 2　AAPCs of ASIR, ASPR, and ASYR of SCI caused by falls in China from 1990 to 2019

性别	AAPC(%)		
	ASIR	ASPR	ASYR
两性	1.04 (0.74 ~ 1.34)	1.16 (0.83 ~ 1.49)	0.25 (−0.05 ~ 0.54)
女性	1.12 (0.80 ~ 1.44)	1.22 (0.87 ~ 1.57)	0.31 (−0.02 ~ 0.63)
男性	1.02 (0.72 ~ 1.32)	1.18 (0.85 ~ 1.50)	0.24 (−0.05 ~ 0.53)

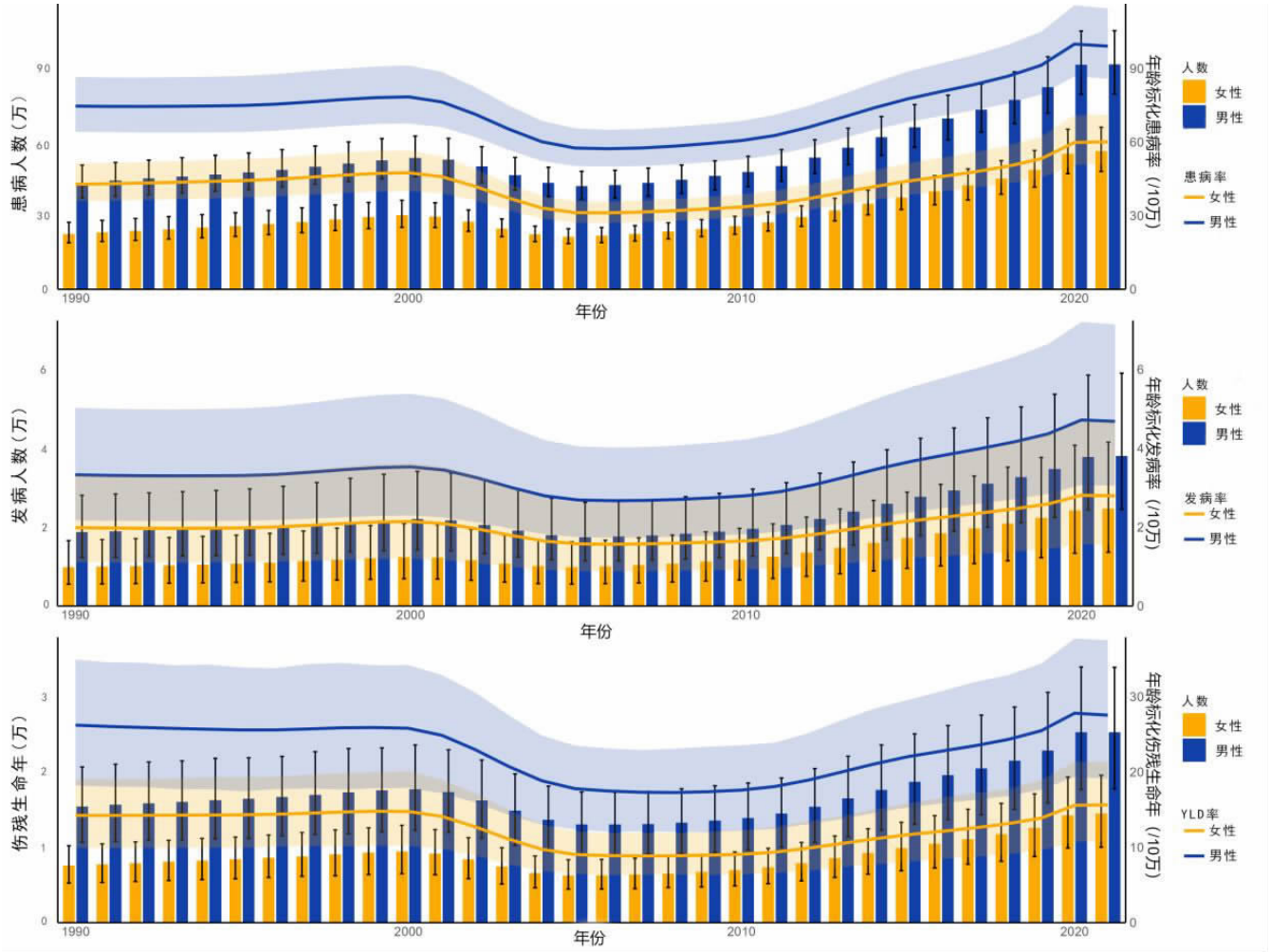
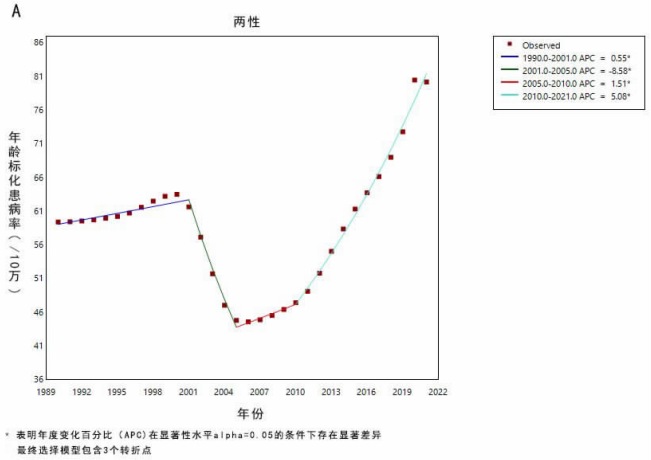
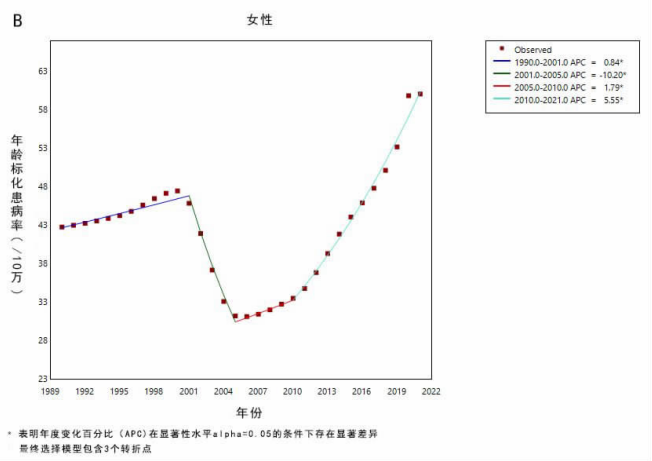


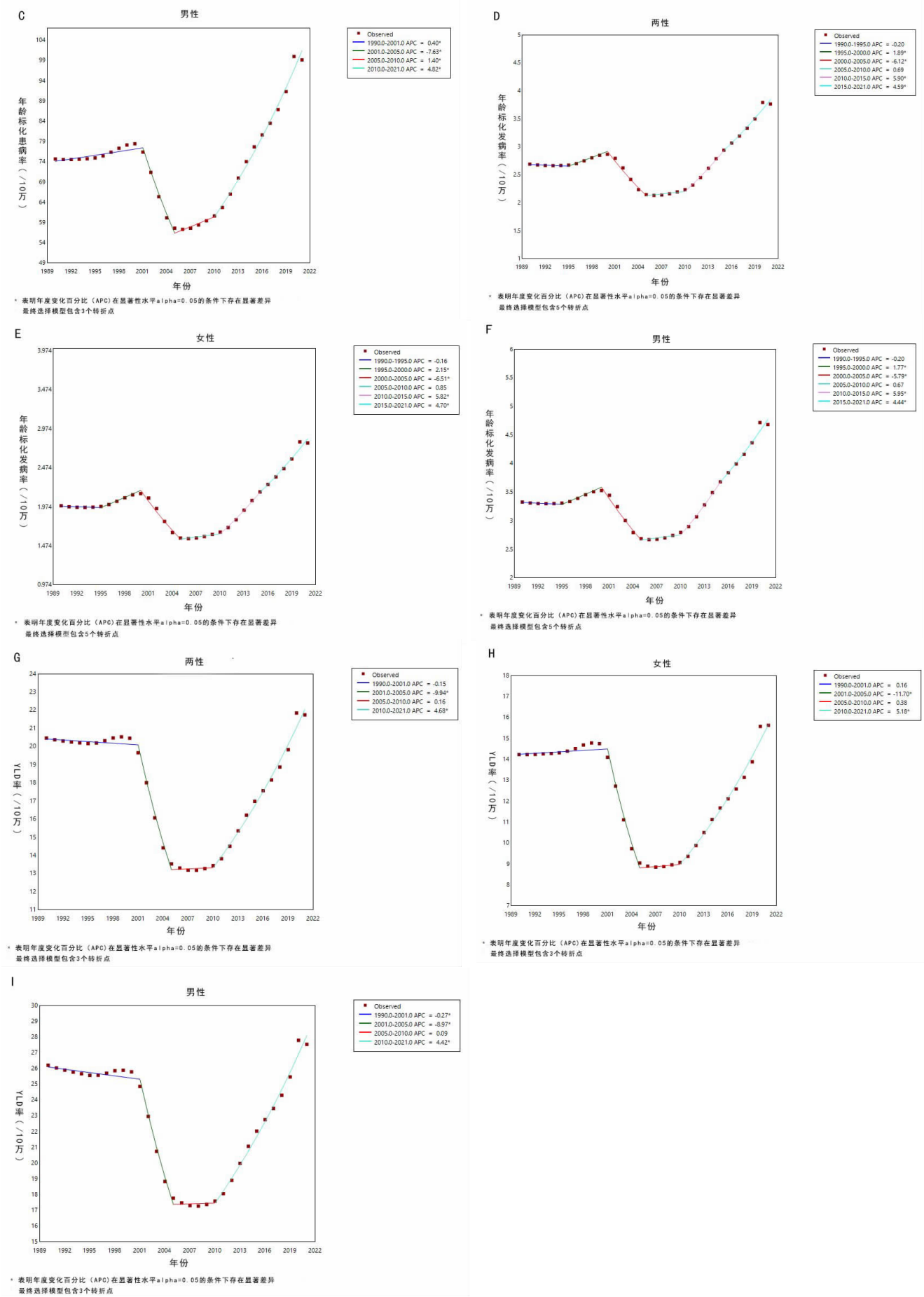
图 2　1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤的病例数和 ASIR、ASPR 和 ASYR 的性别趋势

Figure 2　Gender trends in the number of cases, ASIR, ASPR, and ASYR of SCI caused by falls in China from 1990 to 2021

2.2.3　APC 模型　图 4A 展示了中国因跌倒导致的脊髓损伤的年龄效应。随着年龄增加，因跌倒导致的脊髓损伤的发病率呈逐步上升趋势，在 60 岁之后显著增加。图 4B 显示了时期效应，以 2004 年为参考，1999—2004 年发病率略有下降，而自 2009 年起持续上升。图 4C 反映了出生队列效应，以 1957 年出生队列为基准，发病率逐步上升，直至 2007 年出生队列后出现下降趋势。图 4D 进一步说明，60 岁以上人群因跌倒导致的脊髓损伤发病风险持续升高。



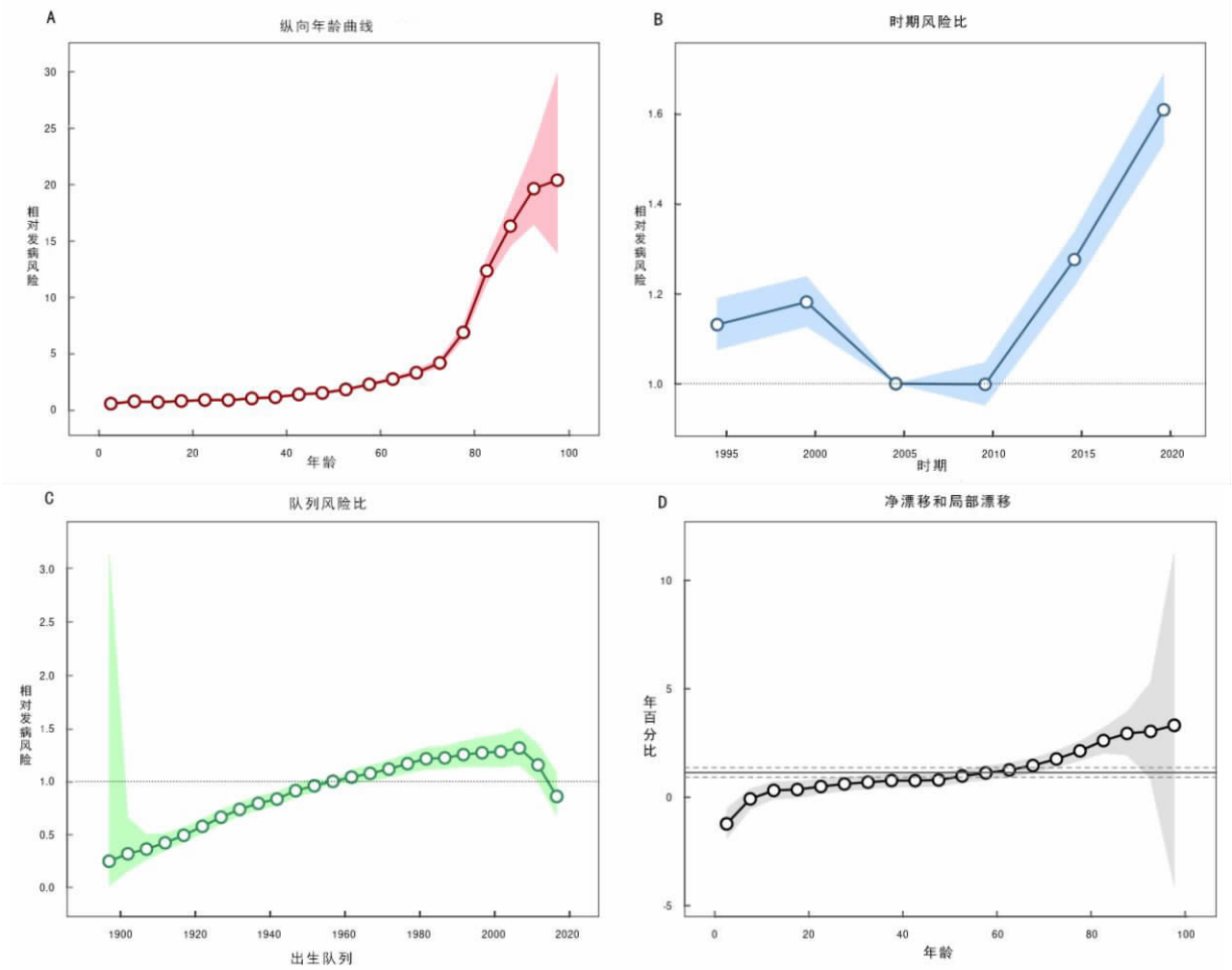




注：A、B、C 为 ASPR 的 joinpoint 回归分析图；D、E、F 为 ASIR 的 joinpoint 回归分析图；G、H、I 为 ASYR 的 joinpoint 回归分析图。

图 3　中国 1990—2019 年因跌倒导致的脊髓损伤 ASPR、ASIR 和 ASYR的连接点回归分析结果

Figure 3　Results of Joinpoint regression analysis of ASPR, ASIR, and ASYR of SCI caused by falls in China from 1990 to 2019



注：A 为年龄曲线图展现了年龄效应；B 为时期风险比图展现了时期效应；C 为队列风险比图展现出生队列效应；D 为净漂移和局部漂移图，进一步展现年龄效应。

图 4　中国因跌倒导致的脊髓损伤 APC 模型

Figure 4　Age-period-cohort (APC) model of SCI caused by falls in China

3　讨　论

跌倒是导致脊髓损伤的重要因素，本研究基于 GBD 2021 数据库，系统评估了中国因跌倒导致的脊髓损伤的 ASIR、ASPR 及 YLD。结果显示，2021 年脊髓损伤疾病负担中，因跌倒引发的脊髓损伤发病率随年龄而升高，70 岁以后老年群体为高风险人群；中国男性群体在脊髓损伤的流行病学负担中占据较高位置，而女性则整体水平相对较低。1990—2021 年中国脊髓损伤的 ASIR、ASPR 及 YLD 均显著上升，年龄效应脊髓损伤发病风险的主要驱动因素。

3.1　2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤疾病负担分析　在性别差异方面，2021 年男性的脊髓损伤患病人数和发病人数均高于女性。男女发病率差异不大，但男性患病率峰值较女性提早 15 岁，表明中国男性群体在脊髓损伤的流行病学负担中占据较高位置，而女性则整体水平相对较低。这可能与男性更常从事建筑、制造等高体力劳动相关，其跌倒和受伤的风险较高，从而增加脊髓损伤发生的概率。相比之下，女性通常从事低能量或家庭为主的活动，暴露于高风险伤害的机会较少，部分研究[10-11]亦报道了类似趋势。

年龄方面，中国因跌倒引发的脊髓损伤发病率随年龄而升高，跌倒导致的脊髓损伤主要集中于 30 岁及以上人群，70 岁以后老年群体为高风险人群。老年人群的脊髓损伤患病率明显高于年轻人群。这是由于随着身体功能和健康状况下降，老年人更易受到跌倒的影响，且寿命延长使其累积更多因椎管狭窄、骨质疏松及跌倒相关损伤的风险[12-13]。年龄增长还会导致活动能力和肌肉力量下降，进一步加速骨密度丧失，从而增加跌倒、骨折和脊髓损伤的风险[14-15]。

在性别与年龄的交互分析中，老年女性的受伤风险更高，而男性中年群体的患病率较为集中。随着男性年龄增长，脊髓损伤负担相对减轻，这可能反映其接触高风险职业或活动的减少。相对而言，女性特别是绝经后，脊髓损伤发病率逐渐升高，这与女性激素变化导致的骨质疏松密切相关[16]。因为女性寿命较长，累积了更多脊柱损伤相关风险[17-18]。因此，从性别

角度来看，老年女性面临更复杂的健康挑战，退行性疾病增加了脊髓损伤风险，同时可能延缓康复进程，需要制定针对性的康复策略；男性则应强化职业防护措施，以降低高风险活动中受伤的概率[19]。

3.2　1990—2021 年中国因跌倒导致的脊髓损伤疾病负担变化　Joinpoint 回归分析显示中国因跌倒导致的脊髓损伤 ASIR 和 ASPR 呈现相似的时间趋势：1990—2001 年缓慢上升，2001—2005 年显著下降，而 2010—2021 年则再次迅速上升，相关研究[20]也报道了类似趋势。这些变化可能受到多重因素影响，包括经济发展、医疗服务改善及康复技术进步。值得注意的是，2001—2005 年脊髓损伤的 ASIR 和 ASPR 下降可能与这一时期的历史事件相关。2001 年中国加入世界贸易组织，标志着经济改革和开放的关键节点，促进了基础设施建设和医疗条件改善。经济增长和轻体力劳动职业的增加降低了跌倒风险，从而对脊髓损伤发病率及患病率产生了抑制作用。2001—2005 年发病率和患病率同步变化，在理论上，患病率通常滞后于发病率变化，但在高致死率或短期死亡率显著变化的情况下，两者可出现同步波动。脊髓损伤在我国早期医疗条件下具有较高死亡风险，因此发病与患病之间的时间积累效应在该阶段明显弱化。而发病率和患病率都显著下降，最直接、最关键的驱动力是国家层面的公共安全干预。特别是 2004 年《中华人民共和国道路交通安全法》的实施，对减少交通事故这一重要诱因产生了立竿见影的效果。同期，部分高危行业的安全生产监管也可能加强，共同导致了整体创伤性脊髓损伤发生率的短暂下降。2010 年后，趋势发生根本性逆转，并转为快速上升。其核心驱动力已从“青壮年职业与交通伤害”转变为“老年人跌倒”。中国在这一时期加速进入老龄化社会，而老年人因骨密度下降、平衡能力减退，跌倒风险显著增高。跌倒已成为中国脊髓损伤的首要致病原因，且老年人跌倒后发生脊髓损伤的比例非常高[21]。此外，全国范围医疗水平提升，使得更多脊髓损伤病例被诊断和记录，也从数据层面反映了真实负担的增加。自 2010 年起，ASPR 和 ASIR 再次上升，这与人口老龄化持续存在密切相关。根据 2020 年中国第七次全国人口普查，60 岁及以上人口占总人口 18.3%，较 2010 年增加 5.44%[22]。同时，医学技术的进步，尤其是影像学与神经外科诊断能力的提升，以及 2009 年新一轮医疗改革的实施中国开展了新一轮的医疗改革，意在提高医疗水平，促进医疗公平，建设小康社会[23]，使更多潜在患者获得及时诊治，对发病率和患病率变化产生了影响。

APC 模型分析显示，年龄效应是脊髓损伤发病风险的主要驱动因素，随着年龄增长，发病风险明显升高，与老年人跌倒和脊髓损伤高发的观察结果一致。时期效应表明，60 岁以上群体的发病率快速上升，这可能与骨质疏松患病率增加有关[24]。队列效应反映早年生活中的社会经济、行为和环境因素对脊髓损伤的影响，其发病率在 2007 年出生队列达到峰值后逐步下降，这可能与健康意识提升、生活水平改善以及医疗条件优化有关。

3.3　学术价值及现实意义　本研究从病因分层角度系统揭示了中国跌倒相关脊髓损伤疾病负担的长期演变规律，明确了人口老龄化背景下疾病风险结构的转变，也为老年跌倒综合防控、康复资源规划及健康老龄化政策制定提供了重要的循证依据。根据本研究结果，我国因跌倒引发的脊髓损伤疾病负担依然沉重，并呈现逐年增长的趋势。随着人口老龄化的加剧，跌倒已成为全球社会面临的重大公共卫生问题，且其导致的医疗费用持续增加[25-26]。我国正逐步步入老龄化社会，尤其是在骨质疏松症患者群体中，跌倒事件更易引发严重的脊髓损伤疾病，从而加重相关疾病负担。因此，鉴于跌倒所带来的疾病负担以及已有防治干预措施的积极成效，强化预防措施，减轻因跌倒引发的脊髓损伤带来的社会、经济及个人负担应成为健康政策的优先任务[27]。老年人跌倒的控制与预防应当纳入社会系统进行综合管理。

3.4　局限性　本研究存在一定的局限性。一方面，GBD 2021 数据中缺少中国脊髓损伤的省级数据，因此无法对各地区脊髓损伤的流行病学特征进行更细致的分析。另一方面，GBD 2021 数据有多个数据源，并通过模型进行整合，无法直接获取原始数据，数据的可靠性受到模型样本数据质量的影响，可能会引发一定的偏差。

综上所述，因跌倒导致的脊髓损伤是全球重要的健康挑战，我国因跌倒引发的脊髓损伤疾病负担呈现上升趋势，表现出显著的性别和年龄差异。随着人口增长和老龄化，中国的脊髓损伤负担仍然沉重。政策制定者需制定有效策略，通过预防跌倒、减轻跌倒相关脊柱损伤的长期影响来优化医疗保健体系，提高患者生活质量。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Ye PP, Er YL, Wang HD, et al. Burden of falls among People aged 60 years and older in mainland China, 1990–2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Lancet Public Health, 2021, 6(12): e907–e918.

[2] Montero-Odasso M, van der Velde N, Martin FC, et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a

global initiative[J]. Age and Ageing, 2022, 51(9): afac205.

[3] Ding WZ, Hu SA, Wang PJ, 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.

[4] 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.

[5] Lu YB, Shang ZZ, Zhang W, et al. Global, regional, and National burden of spinal cord injury from 1990 to 2021 and projections for 2050: A systematic analysis for the Global Burden of Disease 2021 study[J]. Ageing Research Reviews, 2025, 103: 102598.

[6] GBD Spinal Cord Injuries Collaborators. Global, regional, and National burden of spinal cord injury,1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Lancet Neurolog, 2023, 22(11): 1026-1047.

[7] 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.

[8] Kim HJ, Fay MP, Feuer EJ, et al. Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates [J]. Medicine Statistics, 2000, 19(3): 335-351.

[9] Qiu H, Cao S, Incidence XRC, et al. And burden in China: a time-trend analysis and comparison with the United States and United Kingdom based on the global epidemiological data released in 2020 [J]. Cancer Communications, 2021, 41(10): 1037-1048.

[10] Zhang ZR, Wu Y, Wang FY, et al. Traumatic spinal cord injury caused by low falls and high falls: a comparative study [J]. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2021, 16(1): 222.

[11] Golestani A, Shobeiri P, Sadeghi-Naini M, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries from 2009 to 2020: a systematic review and Meta-Analysis[J]. Neuroepidemiology, 2022, 56(4): 219-239.

[12] Wilson JR, Cronin S, Fehlings MG, et al. Epidemiology and impact of spinal cord injury in the elderly: results of a Fifteen-Year Population-Based cohort study[J]. Journal of Neurotrauma, 2020, 37 (15): 1740-1751.

[13] 寇文凯,叶素妮,陈雪芮,等. 基于多状态马尔科夫模型的跌倒状态纵向转移及其风险因素关联[J]. 四川大学学报(医学版), 2025,56(1):230-238.
Kou WH, Ye SN, Chen XR, et al. Longitudinal transitions of fall states based on multi-state Markov model and their associated risk factors[J]. Journal of Sichuan University(Medical Edition), 2025, 56 (1): 230-238.(In Chinese)

[14] Tretter BL, Dolbow DR, Ooi V, et al. Neurogenic aging after spinal cord injury: highlighting the unique characteristics of aging after spinal cord injury[J]. J Clin Med, 2024, 13(23): 7197.

[15] Johnston CB, Dagar M. Osteoporosis in older adults [J]. The Medical Clinics of North America, 2020, 104(5): 873-884.

[16] Lu LY, Tian L. Postmenopausal osteoporosis coexisting with sarcopenia: the role and mechanisms of estrogen [J]. Journal of Endocrinology, 2023, 259(1): e230116.

[17] Newman AB, Brach JS. Gender gap in longevity and disability in older persons[J]. Epidemiologic Reviews, 2001, 23(2): 343-350.

[18] Mateos JT, Fernández-Sáez J, Marcos-Marcos J, et al. Gender equality and the global gender gap in Life expectancy: an exploratory analysis of 152 countries [J]. Int J Health Policy Manag, 2022, 11(6): 740-746.

[19] Nakajima H, Honjoh K, Watanabe S, et al. Management of cervical spinal cord injury without major bone injury in adults[J]. J Clin Med, 2023, 12(21): 6795.

[20] Qin H, Diao YH, Hao MY, et al. Analysis and comparison of the trends in burden of spinal cord injury in China and worldwide from 1990 to 2021: an analysis of the global burden of disease study 2021 [J]. Front Public Health, 2024, 12: 1517871.

[21] Barriga-Martín A, Pérez-Ruiz P, Muñoz-Rodríguez JR, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Spain: A ten-year analysis of trend of clinical and demographic characteristics [J]. Journal of Spinal Cord Medicine, 2025, 48(5): 884-890.

[22] National Bureau of Statistics. Tabulation on the seventh National population census of the People's republic of China [R]. Beijing: National Bureau of Statistics, 2021.

[23] The State Council. Opinions of the state council of the CPC central committee on deepening the reform of medical and health system[R]. Beijing: The State Council, 2009.

[24] Liu Y, Huang XY, Tang K, et al. Prevalence of osteoporosis and associated factors among Chinese adults: a systematic review and modelling study[J]. Journal of Global Health, 2025, 15: 04009.

[25] World Health Organization. Step safely: strategies for preventing and managing falls across the life-course [R]. Geneva: World Health Organization, 2021.

[26] Bindawas SM. The changing incidence and prevalence of falls and its disability burden among the geriatric population in Saudi Arabia from 1990 to 2019: a longitudinal analysis using global burden of disease study data[J]. Cureus, 2023, 15(11): e49117.

[27] Sun F, Luo R, Han H. Evaluation of the Effectiveness of "5E" Comprehensive Injury Prevention Strategy for Fall Prevention Among the Rural Elderly – Six Pilot Villages, Yunnan Province and Chongqing Municipality, China, 2018-2023 [J]. China CDC Wkly, 2024, 6(14): 277-281.

收稿日期:2025-12-02