

1990—2021 年中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担分析及预测

李宣达, 严金海

南方医科大学通识教育部, 广东广州 510000

摘要:目的 描述 1990—2021 年中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担并预测其 2022—2035 年的变化趋势, 为相关防治政策的制定提供依据。方法 根据 2021 年全球疾病负担研究的相关数据, 利用估计年度百分比变化(estimated annual percentage change, EAPC) 对比分析中国和全球归因于低体力活动的 2 型糖尿病的伤残调整生命年(disability-adjusted life years, DALYs)和死亡负担, 对中国 DALYs 和死亡负担变化进行分解分析, 并使用贝叶斯年龄-时期-队列模型预测趋势。结果 相较于 1990 年, 2021 年中国因低体力活动导致的 2 型糖尿病的 DALYs、死亡数、年龄标准化 DALYs 率(age-standardized DALYs rate, ASDR)和年龄标准化死亡率(age-standardized mortality rate, ASMR)均有所增加, 负担低于全球水平。中国 ASDR 和 ASMR 的 EAPC 值分别为 0.63% 和 0.02%, 其变化趋势趋于稳定。老年人和女性的负担更为严重。老龄化和人口增长是中国 DALYs 和死亡负担变化的重要驱动因素。经预测, 2022—2035 年中国男、女性的 ASDR 呈现上升趋势, ASMR 则呈现下降趋势。结论 为减轻低体力活动导致的 2 型糖尿病负担, 应采取更积极的综合干预措施提高全民体力活动水平, 尤其是针对老年人和女性。

关键词: 低体力活动; 2 型糖尿病; 疾病负担; 预测

中图分类号: R587.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)19-3515-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202504229

Analysis and forecast of the burden of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity in China from 1990 to 2021

LI Xuan-da, YAN Jin-hai

Department of Liberal Education, Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong 510000, China

Abstract: Objective To describe the burden of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity in China from 1990 to 2021 and to predict its trend between 2022 and 2035, and to provide a basis for the formulation of related prevention and control policies. **Methods** According to the relevant data from the Global Burden of Disease Study 2021, the burden of disability-adjusted life years (DALYs) and mortality for type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity were comparatively analyzed in China and globally using the Estimated Annual Percentage Change (EAPC). Changes in DALYs and mortality burden in China were analyzed using decomposition analysis, and trends were predicted by a Bayesian age-period-cohort model. **Results** Compared with 1990, DALYs, mortality, age-standardized DALYs rate (ASDR), and age-standardized mortality rate (ASMR) for type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity increased in China in 2021, and the burden was lower than the global level. The EAPC values for ASDR and ASMR in China were 0.63% and 0.02%, respectively, indicating stable trends. Older adults and females experienced a more severe burden. Aging and population growth were significant driving factors for changes in the burden of DALYs and mortality in China. It was predicted that from 2022 to 2035, ASDR for males and females in China would show an upward trend, with ASMR exhibiting a downward trend. **Conclusion** To reduce the burden of type 2 diabetes attributable to low physical activity, more proactive and comprehensive interventions should be developed to increase the level of physical activity in the entire population, especially for older adults and females.

Keywords: Low physical activity; Type 2 diabetes mellitus; Disease burden; Forecast

2 型糖尿病是一种慢性代谢性疾病, 其主要的特征是胰腺 β 细胞功能障碍和胰岛素抵抗^[1]。根据全球

疾病负担(global burden of disease, GBD)研究的相关报告, 2021 年中国 2 型糖尿病的死亡数以及相应的伤残调整生命年(disability-adjusted life years, DALYs)分别达到 17.45 万和 1 146.50 万^[2], 这些数据凸显出该疾病造成的严重疾病负担。

作者简介: 李宣达(1991—), 男, 硕士, 讲师, 研究方向: 运动医学相关疾病负担研究

通信作者: 严金海, E-mail: lxd100200@163.com

低体力活动不仅是 2 型糖尿病、心血管疾病和结肠癌等在内的多种非传染性疾病的危险因素,还会缩短预期寿命^[9]。先前研究表明,1990—2021 年全球归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担显著增加,尤其是在中低和中等社会人口指数的地区^[4-5]。而当前针对中国由低体力活动引起的 2 型糖尿病的负担和趋势的研究相对有限,以往研究仅在部分内容中描述该危险因素对未区分类型的糖尿病的影响^[2,6],亟待开展详细的分析和探究。根据 GBD 2021 研究提供的相关数据,本研究对比分析了中国和全球归因于低体力活动的 2 型糖尿病的死亡和 DALYs 负担及变化趋势,并对中国相应的负担进行分解分析和预测分析,为缓解负担和开展预防行动提供理论基础。

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究所使用的数据均来源于 GBD 2021 研究,该研究评估了 204 个国家和地区以及 811 个次国家级地区的 371 种疾病和伤害以及 88 种危险因素引起的健康损伤^[7-8]。评估研究期间内中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担的原始数据来源于全国调查、已发表的文献、全国疾病监测系统和死因报告系统等^[7]。本研究所使用的数据均通过 GBD 2021 研究的在线结果查询工具(<https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>)下载获得,提取数据时选择“Estimate”为“Risk factor”,“Risk”为“Low physical activity”,“Cause”为“Diabetes mellitus type 2”,“Age”为“All ages”,“Age-standardized”和“25~29、30~34……90~94、95+”在内的 15 个年龄组,“Location”为“China”和“Global”,“Year”为“1990—2021”。相关的疾病指标包括 DALYs、死亡数、年龄标化 DALYs 率(age-standardized DALYs rate, ASDR)和年龄标化死亡率(age-standardized mortality rate, ASMR)以及相应的 95%不确定性区间(uncertainty interval, UI)。同时,获取了 1990—2021 年中国总的 2 型糖尿病和归因于其他 6 种危险因素(空气污染、高体重指数、高酒精使用、饮食因素、非最佳温度、烟草使用)的 2 型糖尿病的 ASDR 和 ASMR。

在 GBD 2021 研究中,2 型糖尿病被定义为空腹血糖浓度 ≥ 126 mg/dl(≥ 7 mmol/L),或接受胰岛素或糖尿病药物治疗^[9]。低体力活动则被定义为每周在所有生活领域的活动少于 3 600 至 4 400 的总代谢当量分钟,总代谢当量是工作代谢率与静息代谢率的比值^[9]。

1.2 统计分析

1.2.1 现状分析 描述 1990—2021 年中国总体 2 型糖尿病以及归因于低体力活动和其他 6 种危险因素的 2 型糖尿病的 ASDR 和 ASMR 趋势变化。对比

分析 1990 年及 2021 年中国和全球由低体力活动引起的 2 型糖尿病的 DALYs 和死亡负担状况,利用估计年度百分比变化(estimated annual percentage change, EAPC)明确其变化趋势。EAPC 及其 95%置信区间(confidence interval, CI)由线性回归模型计算得到,用于描述研究期间内年龄标化率(age-standardized rate, ASR)的趋势。当 EAPC 及其 95% CI 下限均为正值时,表示 ASR 呈现上升趋势;而 EAPC 及其 95% CI 上限均为负值时,表示 ASR 呈现下降趋势;包含零的 95% CI 则表示 ASR 呈现稳定趋势^[10]。同时,本研究按性别和年龄组分层对 2021 年中国相应负担进行分析。

1.2.2 分解分析 为探究 1990—2021 年中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病 DALYs 和死亡变化的推动因素,本研究按性别对上述负担变化进行人口增长、老龄化和流行病学变化三个维度的分解分析,且先前研究已阐述分解分析的具体方法^[11]。在数据可视化得到的图形中,黑色圆点表示由各因素导致的负担变化的总和,且各因素正值的大小表明归因于该因素的负担相应增加;负值的大小表明归因于该因素的负担相应减少^[12]。

1.2.3 预测分析 为避免传统贝叶斯模型引入的各项技术问题,贝叶斯年龄-时期-队列(Bayesian age-period-cohort, BAPC)模型与集成嵌套拉普拉斯近似(integrated nested laplace approximations, INLA)相结合可有效提高疾病预测的准确性^[13]。本研究使用 R studio 软件(版本 4.4.1)中的 R 包 BAPC(版本 0.0.36)和 INLA(版本 24.06.27)构建模型,预测 2022—2035 年中国因低体力活动导致的 2 型糖尿病的 DALYs 和死亡负担的变化趋势。

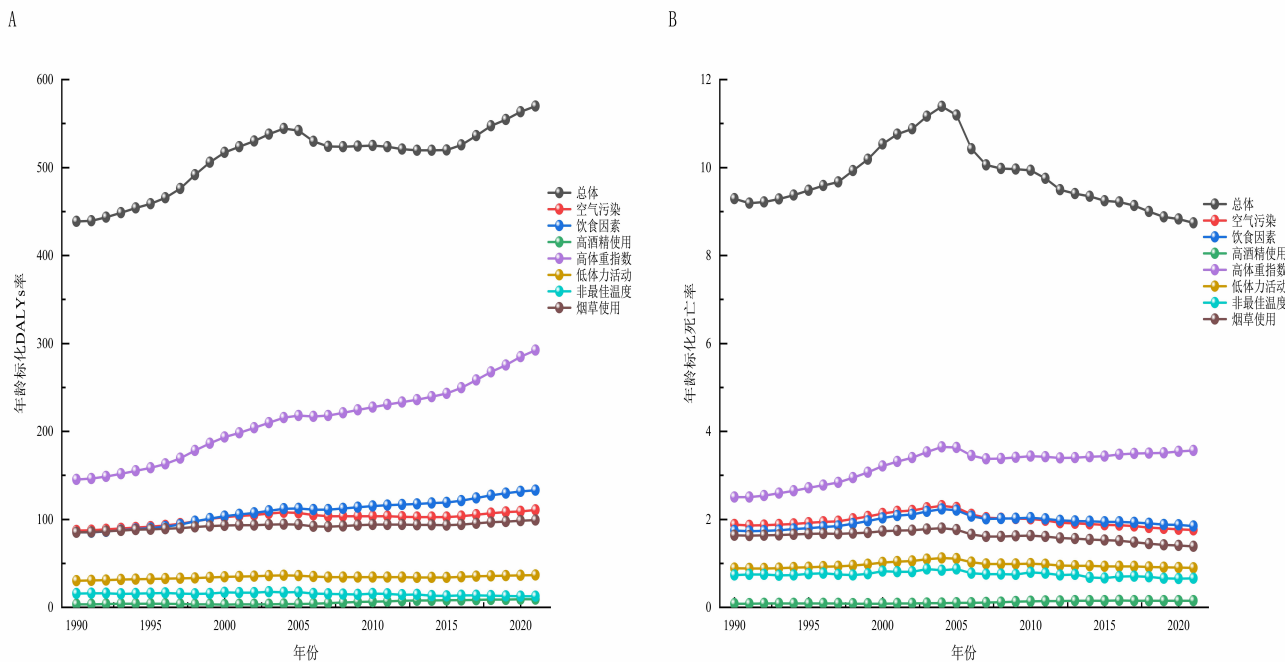
2 结果

2.1 中国总体和归因于各危险因素的 2 型糖尿病负担 1990—2021 年中国总体的 2 型糖尿病的 ASDR 呈现上升趋势,见图 1A,而 ASMR 呈现先上升后下降的趋势,见图 1B。在纳入的所有归因危险因素中,高体重指数引起的 2 型糖尿病的各年份 ASDR 和 ASMR 均为最高。尽管与其他危险因素相比,归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担排名靠后,但 2021 年低体力活动所致的 ASDR 和 ASMR 较 1990 年有所增加。

2.2 中国和全球归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担对比 如表 1 所示,相较于 1990 年,2021 年中国和全球归因于低体力活动的 2 型糖尿病的 DALYs 和死亡数均有所增加,且中国相应的涨幅(222.36%和 209.22%)均高于全球。此外,2021 年全球和中国的

ASDR 分别为 64.27/10 万和 36.54/10 万, ASMR 分别为 1.80/10 万和 0.90/10 万, 所有数值全部高于 1990 年。1990—2021 年中国归因于低体力活动的 2 型糖

尿病的 ASDR 和 ASMR 的 EAPC 均低于全球, 其计算值分别为 0.63% (95% CI: -0.6% ~ 1.86%) 和 0.02% (95% CI: -0.02% ~ 0.07%)。



注: 图 A 为年龄标准化 DALYs 率的变化趋势; 图 B 为年龄标准化死亡率的变化趋势。

图 1 1990—2021 年中国总体和归因于各危险因素 2 型糖尿病年龄标准化 DALYs 率和年龄标准化死亡率

Figure 1 Age-standardized DALY rates and age-standardized mortality rates of overall and risk-factor-attributable type 2 diabetes mellitus in China, 1990—2021

表 1 1990—2021 年中国和全球归因于低体力活动的 2 型糖尿病疾病负担状况

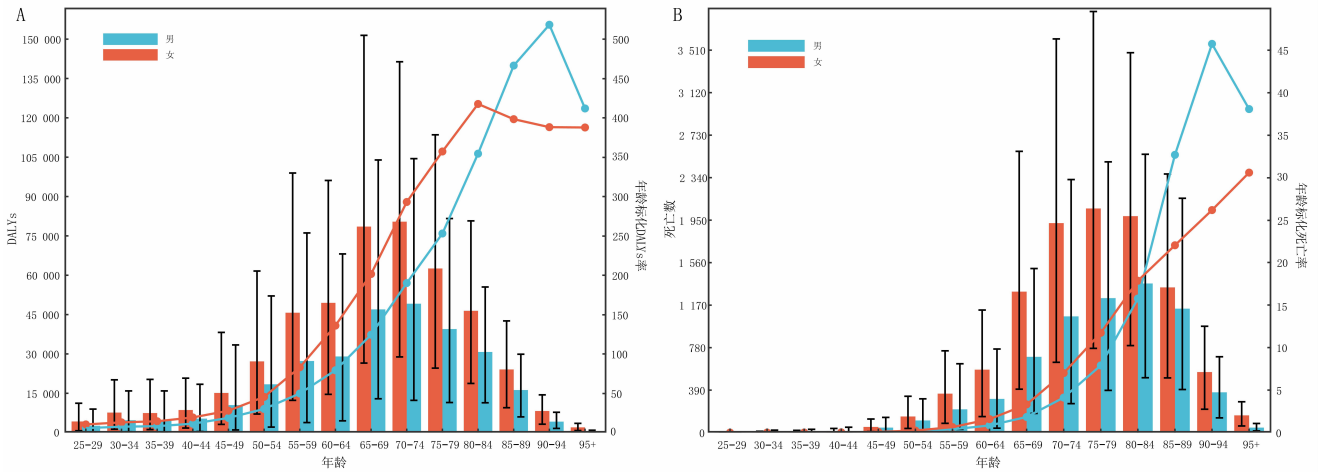
Table 1 Disease burden of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity in China and globally, 1990—2021

| | DALYs | | | | | 死亡 | | | | |
|----|--|------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| | 1990 年 | | 2021 年 | | EAPC | 1990 年 | | 2021 年 | | EAPC |
| | 数量 (95% UI) | 年龄标准化率 (/10 万, 95% UI) | 数量 (95% UI) | 年龄标准化率 (/10 万, 95% UI) | | 数量 (95% UI) | 年龄标准化率 (/10 万, 95% UI) | 数量 (95% UI) | 年龄标准化率 (/10 万, 95% UI) | |
| 全球 | 1 755 081.59 (756 858.62 ~ 2 694 173.44) | 46.06 (19.90 ~ 70.69) | 5 523 050.32 (2 407 128.15 ~ 8 638 534.85) | 64.27 (28.01 ~ 100.49) | 1.08% (-1.03% ~ 3.23%) | 55 801.39 (24 048.92 ~ 85 577.17) | 1.64 (0.71 ~ 2.51) | 149 213.77 (65 193.59 ~ 228 317.89) | 1.80 (0.79 ~ 2.75) | 0.31% (-0.29% ~ 0.91%) |
| 中国 | 234 966.16 (99 510.02 ~ 371 960.19) | 30.12 (12.64 ~ 46.95) | 757 445.48 (327 374.89 ~ 1 219 478.84) | 36.54 (15.85 ~ 58.04) | 0.63% (-0.6% ~ 1.86%) | 5 532.07 (2 274.51 ~ 8 709.07) | 0.89 (0.37 ~ 1.40) | 17 106.39 (7 495.19 ~ 28 029.00) | 0.90 (0.40 ~ 1.47) | 0.02% (-0.02% ~ 0.07%) |

2.3 中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担的年龄、性别差异 中国女性归因于低体力活动的 2 型糖尿病的 DALYs 在所有年龄组内全部高于男性, 且二者 DALYs 均在 70 ~ 74 岁年龄组达到最高值, 分别为 49 149.41 及 80 420.17, 见图 2 A。整体来看, 男、女性的 ASDR 随年龄增加而上涨, 且分别于 90 ~ 94 岁年龄组 (518.28/10 万) 和 80 ~ 84 岁年龄组 (417.62/10 万) 升至峰值, 男性 ASDR 在绝大多数年龄组内低于女性。除 30 ~ 39 岁年龄组外, 女性死亡数在其余年龄组内均超越男性, 见图 2B。类似地是, 两性的

ASMR 总体上随年龄而攀升, 女性 ASMR 在 85 岁以下的年龄组内高于男性。

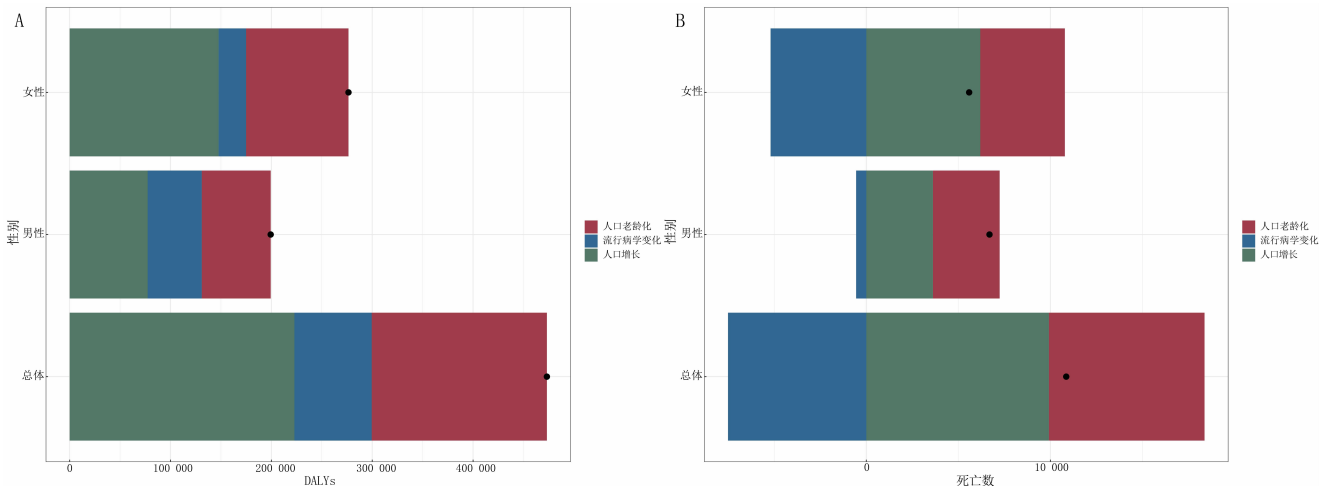
2.4 分解分析 图 3 展现了中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病的 DALYs 和死亡数增加的分解分析结果。人口增长、老龄化以及流行病学变化分别占 DALYs 增加的 47.10%、36.71% 和 16.19%。人口增长和老龄化也是死亡数上升的主要驱动因素, 占比分别为 36.71% 和 51.46%, 而流行病学变化则对死亡数变化产生了相反的影响。性别方面, 人口增长是男、女性 DALYs 增加的首要因素, 其次是老龄化。促使男、女



注:图 A 为不同性别和年龄组的 DALYs 和年龄标准化 DALYs 率;图 B 为不同性别和年龄组的死亡数和年龄标准化死亡率。

图 2 2021 年中国按性别划分的不同年龄组归因于低体力活动的 2 型糖尿病 DALYs、年龄标准化 DALYs 率、死亡数和年龄标准化死亡率

Figure 2 DALYs, age-standardized DALY rates, mortality and age-standardized mortality rates of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity by sex and age group in China, 2021



注:图 A 为 DALYs 的分解分析;图 B 为死亡数的分解分析。

图 3 中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病 DALYs 和死亡数变化的分解分析

Figure 3 Decomposition analysis of changes in DALYs and deaths of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity in China

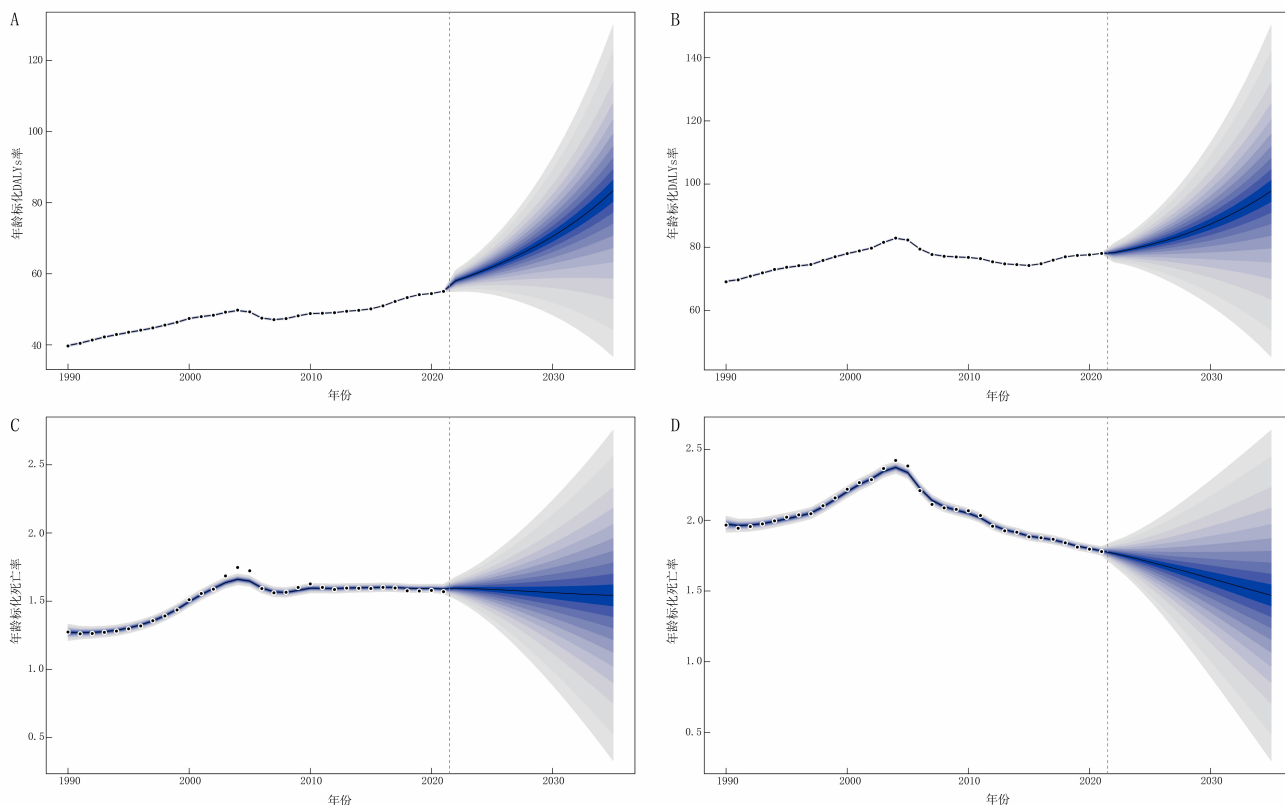
性死亡数增加的主导因素分别是老龄化和人口增长,而流行病学变化则在一定程度上抵消了增加趋势。

2.5 2022—2035 年疾病负担趋势预测 经预测,2022—2035 年中国男、女性归因于低体力活动的 2 型糖尿病的 ASDR 均呈现上升趋势,且女性每年的 ASDR 均高于男性。2025、2030 和 2035 年女性 ASDR 的预测值分别为 80.79/10 万、87.33/10 万和 97.79/10 万,男性分别为 61.89/10 万、70.52/10 万和 83.34/10 万,见图 4A、B。相反,预测期间男、女性的 ASMR 将呈现逐年下降的趋势,且自 2032 年起,男性的年龄 ASMR 开始略高于女性,见图 4C、D。2035 年男、女性 ASMR 的预测值分别为 1.54/10 万和 1.47/10 万。

3 讨论

本研究揭示了中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病负担的最新状况。尽管 EAPC 的 95% CI 涵盖零,提示研究期间内中国由低体力活动导致的 2 型糖尿病 ASDR 和 ASMR 整体保持稳定,但 DALYs 与死亡数的增幅已超过全球平均水平,这表明相应的疾病负担仍在加剧。该负担同时呈现一定的年龄和性别差异,即老年人和女性群体承受的负担更为突出。通过分解分析与预测分析,本研究进一步阐明了该疾病负担的当前驱动因素及未来变化模式。这些发现强调了采取积极干预措施提升人群体力活动水平对减轻 2 型糖尿病负担的重要性。

本研究发现,在绝大多数年龄组内,中国女性归因于低体力活动的 2 型糖尿病的 DALYs、死亡数、ASDR 和 ASMR 均高于男性。包括中国在内的全球大



注:图 A、B 分别为男、女性年龄标准化 DALYs 率预测分析;图 C、D 分别为男、女性年龄标准化死亡率预测分析。

图 4 中国归因于低体力活动的 2 型糖尿病年龄标准化 DALYs 率和年龄标准化死亡率的预测

Figure 4 Forecast of age-standardized DALY rates and age-standardized mortality rates of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity in China

多数国家,15 岁及以上的男性缺乏体力活动的程度要低于女性^[14]。一项针对中国成年人基于加速度计的身体活动水平研究显示,男性的高强度、中高强度和中等强度的体力活动均明显多于女性^[15]。而体力活动可以改善葡萄糖摄取并提升胰岛素敏感性,有利于预防包括 2 型糖尿病在内的多种疾病^[16],这可能是中国男性低体力活动引起的 2 型糖尿病负担相对更轻的原因。此外,实施干预措施以缩小闲暇时间缺乏身体活动方面的性别差距,可能产生重要的健康效果^[17],这可能带来减少 2 型糖尿病负担的性别差异的益处。

本研究结果显示,中国男、女性由低体力活动所致的 2 型糖尿病的 ASDR 和 ASMR 随年龄增加而上升,且 DALYs 和死亡数的峰值均出现在老年阶段,这表明老年人的负担更为严重。此外,本研究表明老龄化是 DALYs 和死亡负担增加的重要驱动因素之一。中国于 2000 年步入老年型社会,2020 年 65 岁及以上人口占比已达 13.50%^[18]。一项利用 GBD 2019 数据库的研究表明,人口老龄化可能加重了中国 2 型糖尿病的死亡负担^[19]。现有研究证实,体力活动随年龄增长而下降,多巴胺释放减少或多巴胺受体丧失可能是与年龄相关的体力活动减少的生物学基础^[20]。这一程度上解释了中国老年人因低体力活动导致的 2 型

糖尿病负担更严重。一项基于中国老年健康调查数据的研究显示,经常锻炼身体的老年人,患糖尿病的风险更低^[21]。因此,倡导中国老年人在相应的公共卫生政策体系的支持下,适当提高自身体力活动水平,以此有效减轻 2 型糖尿病负担和促进老龄化健康。

本研究的预测结果表明,中国男、女性归因于低体力活动的 2 型糖尿病的 ASDR 在 2022—2035 年间呈现上升趋势,提示相应负担在未来存在加重的可能性。中国城市化进程加快,久坐工作的增加和体力活动的减少会促使胰岛素抵抗,进而增加糖尿病的风险^[22]。且纵向数据分析表明,闲暇时间体力活动的减少与中国成年人的超重和肥胖相关联^[23],而肥胖也是糖尿病的重要危险因素。中国经济未来的发展伴随着生活方式的进一步转变,可能加剧了因低体力活动引起的 DALYs 负担。此外,预计到 2050 年,中国老年人口规模将攀升至 3.66 亿^[24],老龄化程度的不断加深可能也是上述结果的原因之一。值得注意的是,2010—2018 年中国成年人体力活动不足呈现上升趋势^[25]。为避免这一趋势在未来继续恶化,亟需采取促进体力活动的针对性干预措施^[26],同时积极应对经济不平等可能导致的体力活动差异^[27],提升全民的体力活动水平以缓解相应的 2 型糖尿病负担。本研究也

发现,预测期间男、女性的 ASMR 呈现下降趋势。《健康中国行动—糖尿病防治行动实施方案(2024—2030 年)》提出各项有力举措^[28],该方案的贯彻落实可能是上述预测趋势下降的原因。

中国由低体力活动引起的 2 型糖尿病负担不断加重,应注重性别和年龄差异,采取更有针对性的综合干预措施,构建有效的防治体系,增强公民对提升体力活动水平必要性的认知,切实减轻相应的疾病负担。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Mlynarska E, Czarnik W, Dzieza N, et al. Type 2 diabetes mellitus: new pathogenetic mechanisms, treatment and the most important complications [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2025, 26(3): 1094.
- [2] Deng W, Zhao L, Chen C, et al. National burden and risk factors of diabetes mellitus in China from 1990 to 2021: Results from the Global Burden of Disease study 2021[J]. *Journal of Diabetes*, 2024, 16(10): e70012.
- [3] Zhang C, Chen QZ, Yin FQ, et al. Burden, trends, and predictions of low physical activity-related diseases in China: analysis from the Global Burden of Disease Study, 1990–2021, with projections to 2035[J]. *Front Public Health*, 2025, 13: 1461554.
- [4] Yang LH, Xie DY, Liu FM, et al. Global and regional burden of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity from 1990 to 2021[J]. *Journal of Diabetes*, 2025, 17(1): e70043.
- [5] Wei JH, Fan LY, He ZX, et al. The global, regional, and National burden of type 2 diabetes mellitus attributable to low physical activity from 1990 to 2021: a systematic analysis of the global burden of disease study 2021 [J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2025, 22(1): 8.
- [6] 蔡会龙,刘淳,原伟光,等. 1990 年与 2019 年中国归因于低体力活动的疾病负担分析 [J]. *华南预防医学*, 2023, 49(10): 1294–1297.
Cai HL, Liu C, Yuan WG, et al. Analysis of the burden of disease attributable to low physical activity in China, 1990 and 2019[J]. *South China Journal of Preventive Medicine*, 2023, 49(10): 1294–1297.(In Chinese)
- [7] 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.
- [8] Brauer M, Roth GA, Aravkin AY, et al. 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]. *The Lancet*, 2024, 403 (10440): 2162–2203.
- [9] Ong KL, Stafford LK, McLaughlin SA, et al. Global, regional, and National burden of diabetes from 1990 to 2021,with projections of prevalence to 2050:a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2023, 402(10397): 203–234.
- [10] Yu ZQ, Ruan GC, Bai XY, et al. Growing burden of inflammatory bowel disease in China: Findings from the Global Burden of Disease Study 2021 and predictions to 2035 [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2024, 137(23): 2851–2859.
- [11] Bai ZH, Han JR, An J, et al. The global, regional, and National patterns of change in the burden of congenital birth defects, 1990–2021: an analysis of the global burden of disease study 2021 and forecast to 2040[J]. *eClinicalMedicine*, 2024, 77: 102873.
- [12] Cao F, Xu ZW, Li XX, et al. Trends and cross-country inequalities in the global burden of osteoarthritis, 1990–2019: A population-based study[J]. *Ageing Research Reviews*, 2024, 99: 102382.
- [13] Sun RY, Xu X, Dong YL, et al. Global and regional trends in prevalence of untreated caries in permanent teeth: Age-period-cohort analysis from 1990 to 2019 and projections until 2049[J]. *Journal of Dentistry*, 2024, 147: 105122.
- [14] Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects[J]. *Lancet*, 2012, 380(9838): 247–257.
- [15] Li MZ, Fan CQ, Wang CL, et al. Accelerometry-Based physical activity and sedentary behavior among Chinese adults – 7 PLADS, China, 2023[J]. *China CDC Wkly*, 2025, 7(1): 15–20.
- [16] Luo YF, Liu JG, Zeng JS, et al. Global burden of cardiovascular diseases attributed to low physical activity: An analysis of 204 countries and territories between 1990 and 2019 [J]. *Am J Prev Cardiol*, 2024, 17: 100633.
- [17] Mielke GI, da Silva ICM, Kolbe-Alexander TL, et al. Shifting the physical inactivity curve worldwide by closing the gender gap [J]. *Sports Medicine*, 2018, 48(2): 481–489.
- [18] 邹林果,武荣伟,杨德刚. 2000–2020 年中国人口老龄化时空演变及影响因素研究 [J]. *世界地理研究*, 2024, 33(5): 163–176.
Wu LG, Wu RW, Yang DG. Spatial-temporal patterns and influencing factors of population aging in China from 2000 to 2020 [J]. *World Regional Studies*, 2024, 33(5): 163–176.(In Chinese)
- [19] Dong CP, Wu GF, Li H, et al. Type 1 and type 2 diabetes mortality burden: Predictions for 2030 based on Bayesian age-period-cohort analysis of China and global mortality burden from 1990 to 2019[J]. *Journal of Diabetes Investigation*, 2024, 15(5): 623–633.
- [20] Ingram DK. Age-related decline in physical activity: generalization to nonhumans [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2000, 32(9): 1623–1629.
- [21] 邢浩然,张茹钰,邢若斌,等. 老年人健康生活方式与心脏病、糖尿病及共病的关联性研究 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2024, 32(2): 152–156.
Xing HR, Zhang RY, Xing RB, et al. A study of the association of healthy lifestyles with heart diseases, diabetes, and co-morbidities in older adults[J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2024, 32(2): 152–156.(In Chinese)
- [22] Xu Y, Lu JL, Li M, et al. Diabetes in China part 1: epidemiology and risk factors[J]. *Lancet Public Health*, 2024, 9(12): e1089–e1097.
- [23] Su C, Jia XF, Wang ZH, et al. Longitudinal association of leisure time physical activity and sedentary behaviors with body weight among Chinese adults from China Health and Nutrition Survey

- 2024, 74(3): 229-263.
- [2] 郑荣寿, 陈茹, 韩冰峰, 等. 2022 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2024, 46(3): 221-231.
Zheng RS, Chen R, Han BF, et al. Analysis of the epidemic situation of malignant tumors in China in 2022 [J]. Chinese Journal of Oncology, 2024, 46(3): 221-231.(In Chinese)
- [3] 姜帆, 付振涛, 陈先献, 等. 2016 年山东省恶性肿瘤发病与死亡水平分析[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2021, 28(11): 797-804.
Jiang F, Fu ZT, Chen XX, et al. Malignant cancer incidence and mortality in Shandong Province, 2016 [J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2021, 28(11): 797-804.(In Chinese)
- [4] Bray F, Parkin DM. Evaluation of data quality in the cancer registry: principles and methods. Part I: comparability, validity and timeliness [J]. European Journal of Cancer, 2009, 45(5): 747-755.
- [5] 姜帆, 付振涛, 鹿子龙, 等. 2012-2022 年山东省肝癌发病与死亡趋势及其年龄-时期-队列分析 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2024, 31(5): 280-291.
Jiang F, Fu ZT, Lu ZL, et al. Analysis for incidence and mortality trend and age-period-cohort of liver cancer in Shandong Province from 2012 to 2022 [J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2024, 31(5): 280-291.(In Chinese)
- [6] 国家癌症中心. 中国肿瘤登记工作指导手册-2016[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
National Cancer Center. Guidelines for Cancer Registration in China (2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016. (In Chinese)
- [7] 魏衍刚, 李园园, 牛建新, 等. 2018 年山东省肿瘤登记处城乡居民膀胱癌发病与死亡水平分析 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2024, 31(20): 1240-1244.
Wei YG, Li YY, Niu JX, et al. Analysis of incidence and mortality of bladder cancer in urban and rural residents of Shandong Province, 2018[J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2024, 31(20): 1240-1244.(In Chinese)
- [8] 国家癌症中心. 2021 年中国肿瘤登记年报[M]. 北京: 人民出版社, 2023.
National Cancer Center. 2021 Annual report of China cancer registry [M]. Beijing: People press, 2023.(In Chinese)
- [9] 韩鹏, 张云雷, 杨淑霞, 等. 2016-2021 年淄博市宫颈癌发病、死亡及疾病负担趋势分析 [J]. 实用医学杂志, 2023, 39(10): 1290-1295.
Han P, Zhang YL, Yang SX, et al. Analysis on the trend of incidence, mortality and disease burden of cervical cancer in Zibo, 2016-2021 [J]. The Journal of Practical Medicine, 2023, 39(10): 1290-1295.(In Chinese)
- [10] Sung H, Siegel RL, Torre LA, et al. Global patterns in excess body weight and the associated cancer burden [J]. CA-A Cancer Journal for Clinicians, 2019, 69(2): 88-112.
- [11] Arnold M, Touillaud M, Dossus L, et al. Cancers in France in 2015 attributable to high body mass index[J]. Cancer Epidemiology, 2018, 52: 15-19.
- [12] Ballotari P, Vicentini M, Manicardi V, et al. Diabetes and risk of cancer incidence: results from a population-based cohort study in northern Italy[J]. BMC Cancer, 2017, 17(1): 703.(In Chinese)
- [13] 陈梦玲, 李群. 子宫内膜癌筛查的研究进展[J]. 现代肿瘤医学, 2018, 26(22): 3678-3682.
Chen ML, Li Q. The research progress of endometrial cancer screening[J]. Journal of Modern Oncology, 2018, 26(22): 3678-3682. (In Chinese)

收稿日期: 2025-04-10

(上接第 3520 页)

- 2004-2011 [J]. European Journal of Clinical Nutrition, 2017, 71(3): 383-388.
- [24] Lobanov-Rostovsky S, He QY, Chen YT, et al. Growing old in China in socioeconomic and epidemiological context: systematic review of social care policy for older People [J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 1272.
- [25] Zhang M, Ma YN, Xie XL, et al. Trends in insufficient physical activity among adults in China 2010 - 18: a population-based study [J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2023, 20(1): 87.
- [26] Ribeiro AKPDL, Carvalho JPR, Bento-Torres NVO. Physical exercise as treatment for adults with type 2 diabetes: a rapid review [J]. Frontiers in Endocrinology, 2023, 14: 1233906.
- [27] Sfm C, Van Cauwenberg J, Maenhout L, et al. Inequality in physical activity, global trends by income inequality and gender in adults[J]. The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2020, 17(1): 142.
- [28] 国家卫生健康委, 国家发展改革委, 教育部, 等. 关于印发健康中国行动——糖尿病防治行动实施方案(2024-2030 年)的通知 [J]. 中国农村卫生, 2024, 16(8): 5-8.
National Health Commission, National Development and Reform Commission, Ministry of Education, et al. Circular on the issuance of the implementation plan for the healthy China initiative - diabetes prevention and control action (2024-2030)[J]. China Rural Health, 2024, 16(8): 5-8.(In Chinese)

收稿日期: 2025-04-14