

1990 – 2021 年全球与中国高体质指数导致的疾病负担分析

Analysis of disease burden attributable to high body mass index in global and China from 1990 to 2021

孙阿宁, 朱斌, 武明芬,
余克富, 赵志刚

(首都医科大学 附属北京天坛医院 药学部, 北京 100070)

SUN A - ning, ZHU Bin,
WU Ming - fen, YU Ke - fu,
ZHAO Zhi - gang

(Department of Pharmacy, Beijing
Tiantan Hospital, Capital Medical
University, Beijing 100070, China)

基金项目: 首都医科大学附属北京天坛医院
级科研基金(管理专项)资助项目
(TYGL202517)

作者简介: 孙阿宁(1988 -), 女, 主管药师, 主要
从事临床药学相关工作

通信作者: 赵志刚, 主任药师, 教授
Tel: (010) 59978036

E - mail: 1022zzg@sina.com

摘要:目的 探讨 1990 – 2021 年全球及中国高体质指数(BMI)导致的疾病负担变化趋势,为肥胖防控策略提供依据。**方法** 基于全球疾病负担(GBD)2021 数据库,提取 1990 – 2021 年全球及中国的高 BMI 相关死亡人数、伤残调整生命年(DALYs)、年龄标准化死亡率和年龄标准化 DALYs 率,采用 Joinpoint 软件计算年龄标准化死亡率和 DALYs 率的平均年度变化百分比(AAPC),通过 GBD Compare 工具进行疾病负担排序。**结果** 全球高 BMI 相关死亡人数从 145.95 万增至 370.91 万(增幅 154.13%, AAPC = 0.29%, $P < 0.001$),中国从 14.20 万增至 57.56 万(增幅 305.23%, AAPC = 1.12%, $P < 0.001$),男性增幅均高于女性。全球 DALYs 数从 4 804.21 万人年增至 12 852.01 万人年(增幅 167.52%),中国从 543.39 万人年增至 2 086.52 万人年(增幅 283.9%)。中国高 BMI 相关死亡率和 DALYs 率的前五位疾病均为缺血性心脏病、高血压性心脏病、糖尿病、脑卒中和慢性肾疾病,阿尔茨海默病年龄标准化死亡率 AAPC 达 9.87% ($P < 0.001$),位次从第 17 位升至第 6 位。**结论** 1990 – 2021 年全球及中国高 BMI 相关疾病负担显著增加,中国增速远高于全球。需加强全生命周期肥胖防控,重点关注心血管疾病、糖尿病和肿瘤等高负担疾病,关注脑卒中和阿尔茨海默病防控新方向。**关键词:** 高体质指数;疾病负担;死亡率;伤残调整生命年;平均年度变化百分比

DOI:10.13699/j.cnki.1001-6821.2026.02.019

中图分类号:R589.2 文献标志码:A

文章编号:1001-6821(2026)02-0265-09

Abstract: Objective To investigate the trends of the disease burden attributable to high body mass index (BMI) globally and in China from 1990 to 2021, to provide evidence for obesity prevention and control strategies. **Methods** Based on the Global Burden of Disease (GBD) 2021 database, data on high BMI - related deaths, disability - adjusted life years (DALYs), age - standardized mortality rates, and age - standardized DALYs rates globally and in China from 1990 to 2021 were extracted. The Joinpoint software was used to calculate the average annual percentage change (AAPC) of age - standardized mortality rates and DALYs. Disease burden ranking were performed using the GBD Compare tool. **Results** Globally, deaths attributable to high BMI increased from 1.4595 million to 3.7091 million (increase of 154.13%, AAPC = 0.29%, $P < 0.001$); in China, from 0.1420 million to 0.5756 million (increase of 305.23%, AAPC = 1.12%, $P < 0.001$). Males showed higher increases than in females in both. Globally, the number of DALYs increased from 48.0421 million person - years to 128.5201

million person – years (increase of 167.52%), while in China, it increased from 5.4339 million person – years to 20.8652 million person – years (increase of 283.9%). For China, the top five diseases for mortality rates and DALYs rates attributable to high BMI were ischemic heart disease, hypertensive heart disease, diabetes, stroke, and chronic kidney disease. Alzheimer's disease showed an AAPC of 9.87% ($P < 0.001$) for age – standardized mortality rate, rising from the 17th to the 6th place. **Conclusion** From 1990 to 2021, disease burden attributable to high BMI significantly increased globally and in China, with China's growth rate far exceeding the global average. Comprehensive life – cycle obesity prevention and control should be strengthened, with special focus on high – burden diseases such as cardiovascular diseases, diabetes, and cancers. New directions for prevention and control of stroke and Alzheimer's disease should be emphasized.

Key words: high body mass index; disease burden; mortality; disability – adjusted life years; average annual percentage change

肥胖已成为全球面临的重要公共卫生挑战,其与心血管疾病、糖尿病及肿瘤等多种疾病密切相关^[1]。BMI是衡量人体胖瘦程度的标准。据世界肥胖联盟预测,到2030年,全球50%的成年人将处于高BMI状态^[1]。根据《中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)》,2018年我国成人超重率和肥胖率分别为34.3%和16.4%,与2002年的22.8%和7.1%相比大幅增长^[2]。肥胖导致的巨大的健康风险和经济压力,已经成为社会各界关注的焦点。本研究基于全球疾病负担(Global Burden of Disease, GBD)2021数据库,旨在评估1990–2021年全球及中国高BMI导致的死亡和伤残调整生命年(disability – adjusted life years, DALYs)负担,分析高BMI导致的相关疾病负担,为制定针对性防控策略提供数据支撑。

资料与方法

1.1 数据来源

GBD 2021数据库包含了全球204个国家/地区的371种疾病或损伤、88种风险因素和288种死因等疾病负担数据。本研究从GBD 2021数据库中提取了1990–2021年全球和中国的高BMI相关死亡和伤残调整生命年数据。

1.2 数据筛选

具体操作:在“GBD Results Tool”界面,依次在“GBD Estimate”下选择“Risk factor”,“Measure”下选择“Deaths”和“DALYs”,“Metric”下选择“Number”和“Rate”,“Risk”下选择“High body – mass index”,“Cause”下选择“All causes”和所有的2级疾病和3级疾病,“Location”下选择“Global”和“China”,“Age”下选择所有年龄组,“Sex”下选择“Female”“Male”和“Both”,“Year”下选择“1990”至“2021”,最后点击“Download”下载数据。

1.3 统计学方法

本研究以GBD 2021的标准人口为基础,提取1990–2021年间高BMI人群的死亡人数、DALYs数、年龄标化死亡率、年龄标化DALYs率及其95%不确定区间(uncertainty interval, UI)。当归因负担的不确定区间跨越0时,提示该危险因素的归因效应在统计上不显著;点估计为负数仅反映模型不确定性,不代表真实死亡数或死亡率为负。计算1990年到2021年的变化率,公式为变化率(%) = (2021年数值 – 1990年数值)/1990年数值 × 100%。使用美国国立癌症研究所开发的Joinpoint软件,将最大联结点设置为5,计算高BMI人群年龄标化死亡率和年龄标化DALYs率的平均年度变化百分比(average annual percentage change, AAPC)及其95%置信区间(confidence interval, CI)。AAPC反映1990–2021年间疾病负担标化率的平均变化趋势。若AAPC的95%CI上限小于0,则表明趋势下降;若下限大0,则表明趋势上升;当包括0,则表明趋势相对平稳。利用GBD Compare可视化工具进行疾病负担排序。采用R 4.3.1、Joinpoint和GraphPad Prism软件进行数据整理、统计分析与绘图。采用双侧检验($\alpha = 0.05$),以95%CI不包括0或 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1 全球与中国高BMI导致的死亡负担

1990–2021年,全球与中国因高BMI导致的死亡负担和DALYs负担均呈上升趋势,且中国上升幅度显著高于全球(图1A和1B)。全球高BMI相关死亡人数总体从145.95万(95%UI:72.30万–228.71万)增至370.91万(184.78万–565.83万),增幅达154.13%,AAPC为0.29%(95%CI:0.15%–

0.43%, $P < 0.001$), 差异有统计学意义。男性死亡人数从 63.14 万增至 169.60 万, AAPC 为 0.49% (0.36% - 0.62%, $P < 0.001$), 差异有统计学意义。女性从 82.81 万增至 201.31 万, AAPC 为 0.16% (0.01% - 0.30%, $P = 0.031$), 差异有统计学意义。年龄标准化死亡率均呈上升趋势, AAPC 均呈显著性上升趋势, 其中男性增幅高于女性(表 1)。

中国高 BMI 相关死亡人数从 1990 年的 14.20 万 (9.28 万 - 21.61 万) 增至 2021 年的 57.56 万 (29.13 万 - 92.37 万), 增幅达 305.23%, 为全球增幅的近 2 倍。年龄标准化死亡率从 21.01/10 万升至 30.01/10 万, AAPC 为 1.12% (0.93% - 1.31%)。男性年龄标准化死亡率增幅 (AAPC 为 1.49%) 明显高于女性 (0.83%), 两者均呈显著上升趋势, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 见表 1。

2 全球与中国高 BMI 相关 DALYs 负担

全球高 BMI 相关 DALYs 数从 1990 年的 4 804.21 万人年 (2 117.84 万 - 7 731.72 万) 增至 2021 年的 12 852.01 万人年 (5 598.92 万 - 20 238.85 万), 增幅

167.52%。年龄标准化 DALYs 率从 1 189.69/10 万升至 1 493.24/10 万, AAPC 为 0.75% (0.66% - 0.84%, $P < 0.001$)。男性和女性的 AAPC 分别为 0.90% 和 0.64%, 均显著上升, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 且男性增幅高于女性(表 2)。

中国高 BMI 相关 DALYs 数从 543.39 万人年 (317.03 万 - 861.22 万) 增至 2 086.52 万人年 (849.53 万 - 3 363.68 万), 增幅 283.9%, 远超全球增幅。年龄标准化 DALYs 率从 624.53/10 万升至 1 028.85/10 万, AAPC 为 1.62% (1.52% - 1.72%), 男性 (1.90%) 增幅高于女性 (1.33%), 均呈显著上升趋势, 差异均有统计学意义 ($P < 0.001$) (表 2)。

3 中国高 BMI 相关死亡主要归因疾病负担

中国数据显示, 高 BMI 导致的死亡涉及 7 个二级分类, 24 个三级分类疾病, 心血管疾病、糖尿病和肿瘤是主要死因(表 3)。2021 年, 缺血性心脏病 (15.53 万, 95% UI: 5.52 万, 26.19 万) 为高 BMI 相关死亡的首要原因, 其次是高血压性心脏病 (12.47 万, 95% UI: 6.33 万, 19.83 万) 和糖尿病 (7.38 万, 95% UI:

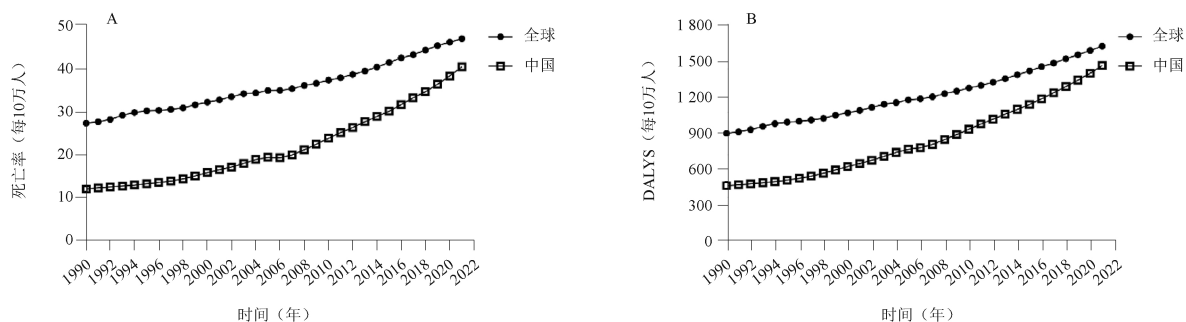


图 1 1990 年到 2021 年全球与中国高 BMI 所致的死亡负担(A)和 DALYs 负担(B)及变化趋势

Figure 1 The global and Chinese burdens of deaths (A) and DALYs (B) caused by high BMI from 1990 to 2021, as well as the changing trends

表 1 1990 年和 2021 年全球与中国高 BMI 所致的死亡负担及变化趋势

Table 1 The global and Chinese burden of deaths and the changing trends caused by high BMI from 1990 to 2021

		1990 年(95% UI)		2021 年(95% UI)		1990 - 2021 年	1990 - 2021 年(95% CI)	P
		死亡人数(人)	年龄标准化死亡率/10 ⁵	死亡人数(人)	年龄标准化死亡率/10 ⁵	死亡人数变化率(%)	年龄标准化死亡率的 AAPC(%)	
全球	总体	1459533 (723043, 2287052)	40.9 (19.87, 64.16)	3709063 (1847840, 5658334)	44.23 (22.01, 67.64)	154.13	0.29 (0.15, 0.43)	< 0.001
	男性	631386 (315453, 988214)	39.03 (19.35, 60.8)	1695974 (861972, 2635343)	44.9 (23.01, 70.17)	168.61	0.49 (0.36, 0.62)	< 0.001
	女性	828147 (407103, 1302480)	41.57 (20.18, 65.25)	2013089 (979000, 3076045)	43.26 (21.08, 66.05)	143.08	0.16 (0.01, 0.30)	0.031
中国	总体	142048 (92773, 216077)	21.01 (13.05, 32.02)	575624 (291291, 923748)	30.01 (15.41, 47.75)	305.23	1.12 (0.93, 1.31)	< 0.001
	男性	64304 (42175, 96760)	21.11 (12.95, 31.86)	281650 (143643, 474055)	33.6 (17.67, 55.75)	338.00	1.49 (1.20, 1.77)	< 0.001
	女性	77744 (50224, 120669)	21.32 (13.39, 32.89)	293975 (137764, 490835)	27.63 (13.2, 46.67)	278.13	0.83 (0.64, 1.02)	< 0.001

表2 1990年和2021年全球与中国高BMI所致的DALYs负担及变化趋势

Table 2 The global and Chinese burden of DALYs and the changing trends caused by high BMI from 1990 to 2021

	1990年(95% UI)		2021年(95% UI)		1990-2021年	1990-2021年	<i>P</i>
	DALYs (人年)	年龄标化 DALYs 率/ 10 ⁵	DALYs (人年)	年龄标化 DALYs 率/ 10 ⁵	DALYs 变化率 (%)	年龄标化 DALYs 率的 AAPC(%)	
全球 总体	48042109 (21178404,77317173)	1189.69 (522.74,1915.93)	128520083 (55989249,202388462)	1493.24 (648.2,2350.72)	167.52	0.75 (0.66, 0.84)	< 0.001
男性	21944646 (10106039,35110379)	1141.04 (531.56,1819.1)	61306297 (27566755,94931875)	1497.29 (673.38,2322.15)	179.37	0.90 (0.81, 0.99)	< 0.001
女性	26097463 (11042501,42206794)	1219.65 (517.22,1973.78)	67213786 (28417735,105552569)	1483.07 (629.86,2327.33)	157.55	0.64 (0.55, 0.73)	< 0.001
中国 总体	5433920 (3170338,8612167)	624.53 (366.98,975.46)	20865172 (8495258,33636820)	1028.85 (428.39,1635.04)	283.98	1.62 (1.52, 1.72)	< 0.001
男性	2569459 (1454890,3936336)	598.18 (354,901.25)	10376055 (4758115,17052144)	1079.27 (508.29,1769.82)	303.82	1.90 (1.75, 2.04)	< 0.001
女性	2864461 (1632581,4675032)	653.68 (374.1,1052.11)	10489116 (4057798,17009321)	984.13 (386.69,1579.28)	266.18	1.33 (1.25, 1.41)	< 0.001

2.88万,11.65万)(图2A和表3)。与1990年相比,因高BMI导致的阿尔茨海默病年龄标化死亡率的增幅最大,AAPC为9.87(9.63-10.12),位次从第17位跃升至第6位,而结核病则从第6位降至第16位(图2A)。此外,高血压性心脏病、哮喘、胆囊和胆道疾病年龄标化死亡率呈下降趋势(AAPC分别为-1.09%、-2.23%、-1.20%),其余20种疾病均显著上升,差异均有统计学意义($P<0.001$)。

4 高BMI相关DALYs归因疾病负担

中国高BMI相关DALYs涉及9个二级分类,28

个三级分类疾病(表4)。2021年,糖尿病(589.80万,95%UI:276.64万,887.42万)是为高BMI相关DALYs的首要原因,其次是缺血性心脏病和高血压性心脏病,脑卒中(200.67万,95%UI:16.88万,437.95万)从1990年的第8位大幅上升至第4位,(图2B和表4)。除结核病、高血压性心脏病和哮喘年龄标化DALYs率AAPC显著下降外($P<0.001$),其余25种疾病的AAPC均显著上升($P<0.001$),其中阿尔茨海默病的上升的幅度最大,AAPC为9.81(9.54-10.09, $P<0.001$),差异均有统计学意义(表4)。



图2 1990-2021年中国高BMI导致相关疾病负担排序。(A)高BMI导致相关疾病每10万人死亡率排序变化;(B)高BMI导致相关疾病每10万人DALYs率排序变化。

Figure 2 Ranking of disease burden attributable to high BMI in China from 1990 to 2021. (A) Changes in the ranking of mortality rates per 100,000 population for diseases attributable to high BMI. (B) Changes in the ranking of DALYs rates per 100,000 population for diseases attributable to high BMI.

表3 1990–2021年中国高BMI相关主要疾病的死亡负担和趋势

Table 3 The burden of deaths and trends of the main diseases caused by high BMI in China from 1990 to 2021

		1990 年(95% UI)		2021 年(95% UI)		1990–2021 年 (95% CI)	P
		死亡人数 (人)	年龄标化死亡率 /10 ⁵	死亡人数 (人)	年龄标化 死亡率/10 ⁵	年龄标化死亡率 的AAPC (%)	
呼吸道感染及结核病	结核病	4541 (1112,12715)	0.56 (0.14,1.56)	3045 (668,7941)	0.15 (0.03,0.39)	–4.29 (–4.67, –3.90)	<0.001
		11556 (6040,18285)	1.36 (0.69,2.15)	58745 (24601,99889)	2.81 (1.2,4.76)	2.40 (2.19, 2.62)	<0.001
肿瘤	结肠和直肠癌	3611 (1252,6160)	0.45 (0.15,0.77)	19418 (8053,32452)	0.94 (0.39,1.58)	2.43 (2.29, 2.57)	<0.001
		1797 (745,2967)	0.2 (0.08,0.33)	12744 (5064,22725)	0.61 (0.24,1.08)	3.72 (3.27, 4.17)	<0.001
	肝癌	1023 (681,1448)	0.13 (0.09,0.19)	4053 (2279,6034)	0.2 (0.11,0.29)	1.22 (0.89, 1.54)	<0.001
		–667 (–1187, –59)	–0.08 (–0.15, –0.01)	148 (–1440,2753)	0 (–0.07,0.13)	–	–
	胰腺癌	1089 (–29,2268)	0.13 (0,0.27)	5715 (–184,12422)	0.26 (–0.01,0.56)	2.22 (2.08, 2.35)	<0.001
		1222 (765,1846)	0.14 (0.09,0.21)	3628 (2212,5633)	0.17 (0.1,0.26)	0.59 (0.45, 0.73)	<0.001
	子宫癌	139 (–68,380)	0.02 (–0.01,0.04)	1744 (342,3601)	0.08 (0.02,0.16)	5.52 (5.29, 5.75)	<0.001
		533 (209,896)	0.07 (0.03,0.11)	3579 (1316,6309)	0.17 (0.06,0.31)	3.02 (2.72, 3.32)	<0.001
	卵巢癌	275 (187,380)	0.04 (0.02,0.05)	871 (588,1177)	0.04 (0.03,0.06)	0.62 (0.45, 0.79)	<0.001
		533 (209,896)	0.07 (0.03,0.11)	3579 (1316,6309)	0.17 (0.06,0.31)	3.02 (2.72, 3.32)	<0.001
	肾癌	275 (187,380)	0.04 (0.02,0.05)	871 (588,1177)	0.04 (0.03,0.06)	0.62 (0.45, 0.79)	<0.001
		474 (177,795)	0.05 (0.02,0.09)	1748 (563,3072)	0.08 (0.03,0.15)	1.46 (1.33, 1.59)	<0.001
	非霍奇金淋巴瘤	38 (–8,132)	0 (0,0.02)	710 (–231,1820)	0.03 (–0.01,0.09)	6.75 (6.16, 7.35)	<0.001
		2020 (1384,2828)	0.21 (0.14,0.29)	4387 (2946,6076)	0.22 (0.15,0.31)	0.24 (0.06, 0.42)	0.011
白血病	白血病	88034 (61878,122804)	13.73 (8.44,19.94)	354345 (188060,564964)	18.8 (10.07,29.43)	1.00 (0.77, 1.22)	<0.001
		23768 (8049,40104)	3.34 (1.08,5.68)	155308 (55188,261865)	8.24 (2.91,14)	2.95 (2.65, 3.24)	<0.001
缺血性心脏病	缺血性心脏病	5223 (–1602,20839)	0.71 (–0.16,2.6)	71095 (6019,157250)	3.47 (0.3,7.53)	5.23 (4.97, 5.49)	<0.001
		58894 (33794,82600)	9.66 (4.72,14.65)	124764 (63334,198271)	6.9 (3.14,11.62)	–1.09 (–1.22, –0.96)	<0.001
高血压性心脏病	高血压性心脏病	51 (10,116)	0.01 (0,0.03)	2378 (942,4212)	0.15 (0.06,0.27)	8.58 (8.00, 9.15)	<0.001
		70 (34,125)	0.01 (0,0.02)	531 (270,962)	0.03 (0.01,0.05)	3.67 (3.48, 3.86)	<0.001
主动脉瘤	主动脉瘤	28 (8,72)	0 (0,0.01)	269 (74,641)	0.01 (0,0.04)	3.61 (3.38, 3.83)	<0.001
		2960 (1225,5042)	0.47 (0.19,0.84)	4322 (1950,7147)	0.24 (0.11,0.39)	–2.23 (–2.42, –2.04)	<0.001
慢性呼吸系统疾病	哮喘	2985 (520,5836)	0.52 (0.09,1.03)	6441 (1276,12889)	0.36 (0.07,0.71)	–1.20 (–1.41, –1.00)	<0.001
消化系统疾病	胆囊和胆道疾病	393 (–662,5193)	0.06 (–0.2,1.22)	20856 (–1247,95455)	1.26 (–0.07,5.88)	9.87 (9.63, 10.12)	<0.001
神经系统疾病	阿尔茨海默病和 其他痴呆	31580 (15303,53367)	4.31 (2.07,7.35)	127870 (62035,206089)	6.4 (3.1,10.34)	1.27 (1.08, 1.46)	<0.001
糖尿病和肾病	糖尿病	19982 (8520,31444)	2.51 (1.03,4.04)	73758 (28819,116526)	3.57 (1.37,5.72)	1.15 (0.96, 1.34)	<0.001
	慢性肾疾病	11598 (5254,22211)	1.8 (0.82,3.42)	54112 (27229,91108)	2.83 (1.4,4.73)	1.37 (0.94, 1.80)	<0.001

表4 1990-2021年中国高BMI相关主要疾病的DALYs负担和趋势

Table 4 The burden of DALYs and trends of the main diseases caused by high BMI in China from 1990 to 2021

		1990年(95% UI)		2021年(95% UI)		1990-2021年 (95% CI)	P
		DALYs (人年)	年龄标化 DALYs 率/10 ⁵	DALYs (人年)	年龄标化 DALYs 率/10 ⁵	年龄标化 DALYs 率的AAPC (%)	
呼吸道感染及结核病	结核病	146654 (34374,419034)	15.89 (3.8,45.45)	111180 (23381,295259)	5.47 (1.13,14.58)	-3.43 (-3.72, -3.14)	<0.001
		377746 (203505,588229)	39.14 (20.46,61.54)	1658721 (693186,2831308)	79.17 (33.82,134.14)	2.33 (2.17, 2.50)	<0.001
肿瘤	结肠和直肠癌	109322 (37789,186966)	11.88 (4.11,20.31)	507316 (209264,853770)	24.22 (9.98,40.69)	2.33 (2.21, 2.45)	<0.001
		61309 (25450,100728)	6.24 (2.59,10.28)	379347 (148715,695913)	18.27 (7.17,33.52)	3.58 (3.15, 4.01)	<0.001
	肝癌	27461 (18132,38713)	3.14 (2.08,4.44)	95576 (53908,142812)	4.45 (2.51,6.66)	1.12 (0.97, 1.27)	<0.001
		-19178 (-34185, -1671)	-2.11 (-3.77, -0.19)	7677 (-32760,76541)	0.32 (-1.56,3.48)	-	-
	胰腺癌	32064 (-864,67082)	3.56 (-0.1,7.43)	169416 (-5545,363327)	7.31 (-0.24,15.66)	2.39 (2.18, 2.61)	<0.001
		39737 (24305,59873)	4.17 (2.56,6.26)	110987 (66012,173578)	5.14 (3.07,8)	0.70 (0.51, 0.90)	<0.001
	卵巢癌	4569 (-2299,12584)	0.48 (-0.23,1.3)	52980 (10497,108333)	2.43 (0.48,4.97)	5.44 (5.24, 5.63)	<0.001
		16154 (6380,26922)	1.76 (0.69,2.95)	96676 (35994,170318)	4.62 (1.72,8.17)	3.13 (2.90, 3.36)	<0.001
	肾癌	8267 (5660,11487)	0.91 (0.62,1.26)	23684 (16056,32507)	1.15 (0.78,1.57)	0.77 (0.59, 0.96)	<0.001
		15856 (5866,26754)	1.6 (0.6,2.7)	51869 (16558,91846)	2.54 (0.81,4.48)	1.52 (1.39, 1.64)	<0.001
	非霍奇金淋巴瘤	1139 (-232,3960)	0.12 (-0.02,0.42)	19187 (-6412,49064)	0.9 (-0.3,2.32)	6.73 (6.27, 7.19)	<0.001
		81045 (55536,113617)	7.38 (5.07,10.37)	144005 (96942,198783)	7.82 (5.25,10.83)	0.20 (0.02, 0.37)	0.028
心血管疾病	白血病	2253093 (1616542,3195667)	281.04 (196.23,396.57)	8000896 (3901647,13000731)	396.09 (197.27,638.54)	1.08 (0.89, 1.27)	<0.001
		698240 (239692,1169252)	79.21 (27.02,133.33)	3506177 (1295666,5987177)	175.05 (64.48,298.21)	2.58 (2.35, 2.82)	<0.001
	缺血性心脏病	153660 (-58316,659099)	18.26 (-5.14,72.27)	2006701 (168750,4379523)	95.25 (7.96,207.77)	5.46 (5.20, 5.72)	<0.001
		1393488 (812664,1929010)	182.56 (104.75,260.36)	2373040 (1485461,3462005)	120.03 (71.9,180.13)	-1.41 (-1.58, -1.24)	<0.001
	高血压性心脏病	2095 (478,4445)	0.3 (0.06,0.68)	75252 (29280,129907)	3.84 (1.51,6.57)	8.53 (8.31, 8.75)	<0.001
		2183 (1074,3985)	0.23 (0.12,0.42)	14985 (7677,27247)	0.74 (0.38,1.35)	3.86 (3.64, 4.08)	<0.001
	主动脉瘤	3426 (926,9200)	0.47 (0.13,1.25)	24742 (5763,63490)	1.17 (0.27,3)	2.98 (2.86, 3.10)	<0.001
		150558 (72481,238271)	16.5 (7.76,25.92)	218662 (107328,339079)	13.47 (6.91,20.77)	-0.69 (-0.88, -0.50)	<0.001
慢性呼吸系统疾病	哮喘	225663 (48360,431907)	25.69 (5.41,48.68)	691701 (157453,1258237)	34.81 (7.88,63.27)	0.97 (0.92, 1.03)	<0.001
消化系统疾病	胆囊和胆道疾病	10350 (-14419,112005)	1.29 (-3.17,20.53)	466729 (-36468,1800202)	24.75 (-1.75,98.65)	9.81 (9.54, 10.09)	<0.001
神经系统疾病	阿尔茨海默病和 其他痴呆	1737097 (839798,2740300)	188.71 (90.95,300.03)	7283862 (3743430,10907523)	359.43 (183.5,535.65)	2.12 (2.00, 2.23)	<0.001
糖尿病和肾病							

续表 4(Continued tablet 4)

		1990 年(95% CI)		2021 年(95% CI)		1990 - 2021 年 (95% CI)	P
		DALYs (人年)	年龄标化 DALYs 率/10 ⁵	DALYs (人年)	年龄标化 DALYs 率/10 ⁵	年龄标化 DALYs 率的 AAPC (%)	
感觉器官疾病	糖尿病	1387873 (621067,2124168)	145.22 (63.37,226.09)	5898043 (2766366,8874174)	292.46 (136.21,439.33)	2.31 (2.19, 2.44)	<0.001
	慢性肾疾病	349224 (157171,671163)	43.49 (19.71,82.98)	1385819 (702691,2257375)	66.97 (33.82,109.54)	1.37 (1.11, 1.63)	<0.001
	失明和视力缺失	5756 (-145,15975)	0.79 (-0.02,2.21)	41243 (-1543,97796)	2.02 (-0.07,4.82)	3.24 (2.92, 3.56)	<0.001
	肌肉骨骼疾病	527003 (39127,1234149)	55.49 (3.79,130.9)	2392179 (157061,5558902)	113.65 (7.76,264.6)	2.35 (2.32, 2.38)	<0.001
	骨关节炎	246469 (-20131,727781)	27.43 (-2.22,81.5)	1164588 (-104718,3297088)	52.98 (-4.73,150.74)	2.15 (2.11, 2.19)	<0.001
	下背痛	245216 (29997,500110)	24.34 (2.99,49.33)	1062018 (109971,2225149)	52.7 (5.41,110.1)	2.54 (2.46, 2.62)	<0.001
	痛风	35319 (21519,55939)	3.71 (2.29,5.86)	165573 (101431,260310)	7.97 (4.9,12.42)	2.50 (2.45, 2.55)	<0.001

讨 论

1 全球与中国高 BMI 负担的总体趋势与差异

2022 年,全球成年人中约有 16% 肥胖,从 1990 年到 2022 年,全球肥胖流行率增加了一倍多^[3]。超重和肥胖造成了巨大的健康风险,据估计,2021 年,高 BMI 导致 370 万人死于心血管疾病、糖尿病、癌症、神经系统疾病、慢性呼吸系统疾病和消化系统疾病等非传染性疾病^[4]。本研究基于 GBD 2021 数据库,分析 1990 - 2021 年全球与中国归因于高 BMI 的疾病负担。研究结果显示,1990 - 2021 年,全球与中国高 BMI 相关疾病负担均显著上升,且中国增幅(死亡人数增幅 305.23%、DALYs 增幅 283.9%)远超全球(分别为 154.13%、167.52%),这与既往 ZHOU X D 等^[5]、XIANG H 等^[6]和颜丹虹等^[7]的研究一致。中国高 BMI 导致的疾病负担比全球更为显著,这一差异可能与中国经济快速发展伴随的饮食结构西化^[8]、体力活动减少及城市化进程^[9]有关。尽管全球年龄标化死亡率仅小幅上升(AAPC = 0.29%),但中国持续上升(AAPC = 1.12%),这种差异的增速提示中国迫切需要针对性的干预措施和监测,优化肥胖防控措施,以改善健康状况。

从性别方面来看,无论是全球还是中国,男性高 BMI 相关死亡和 DALYs 的 AAPC 的上升幅度分别为(全球:0.49% 和 0.90%,中国:1.49% 和 1.90%),均高于女性(全球:0.16% 和 0.64%,中国:0.83% 和 1.33%)。据世界卫生组织报告,2022 年,在全球范围

内,有 43% 的男性和 44% 的女性超重^[3]。肥胖在女性中比男性更普遍^[10],但多个研究显示高 BMI 导致的男性的健康风险更高^[5,6],可能与男性超重关联的疾病更严重有关。高 BMI 导致的性别健康差异可能是生物因素和社会赋予的性别角色共同作用的结果,男性外出社交的机会多于女性,导致男性饮食更多且更晚,但运动量少于女性,此外,女性比男性更注重体重管理,更愿意采取行动维持正常的 BMI 范围^[6]。因此,需要进一步研究和制定相应的防控干预,加强对男性群体的关注,以减少性别健康的差异。

2 中国高 BMI 相关疾病负担

中国高 BMI 导致的疾病归因分析显示,心血管疾病(如缺血性心脏病、高血压性心脏病)、糖尿病和肿瘤是主要死因,与全球趋势一致^[5]。高 BMI 相关死亡中,67.5% 可归因于心血管疾病^[11]。肥胖通过直接和间接途径促进心血管疾病的发生,脂肪过多会诱发内皮功能障碍、小血管重构及心肌细胞毒性,进而诱发动脉粥样硬化性和血管痉挛性冠心病、心律失常、心肌病及充血性心力衰竭,此外,肥胖还是诱发已知心血管危险因素(如糖尿病、高血压、血脂异常及慢性肾病)的重要危险因素^[12]。肥胖与 2 型糖尿病高度相关,在全球范围内,两者的患病率呈相似上升趋势。约 80% ~ 85% 的 2 型糖尿病患者同时存在超重或肥胖^[13],而且,肥胖人群患 2 型糖尿病的风险是正常体重人群的近 3 倍(20% vs. 7.3%)^[14]。肥胖是重要的肿瘤风险因素,RINGEL 等研究证实,高脂饮食诱导的肥胖会损害小鼠肿瘤微环境中 CD8⁺ T 细胞的功能并影响抗肿瘤免疫,从而加速肿瘤生长^[15]。诸多研究

结果提示,对于高 BMI 的人群,需要关注心血管疾病、糖尿病和肿瘤的发生发展。另外值得关注的是,脑卒中的 DALYs 负担从 1990 年的第 8 位大幅上升至第 4 位;阿尔茨海默病的年龄标化死亡率 AAPC 达 9.87%,位次从第 17 位跃升至第 6 位,负担大幅增长。ZHANG 等研究了中国中老年人内脏脂肪指数与脑卒中发病风险之间的关联,结果显示,内脏脂肪指数升高与脑卒中发病风险显著增加相关,尤其在男性、无高血压、无糖尿病及无心脏病的人群中。肥胖被认为是痴呆症与阿尔茨海默病的危险因素^[16, 17],肥胖导致脂肪组织处于低度慢性炎症状态,这种炎症状态会引发稳态系统失调,进而诱发多种疾病。提示高 BMI 可能通过炎症反应、胰岛素抵抗等机制加速神经退行性病变,需进一步研究关联机制,为神经退行性疾病防控提供依据。

3 公共卫生启示与研究局限

1990—2021 年全球及中国高 BMI 相关疾病负担显著增加,中国增速更快,负担疾病多样。近年,我国已构建多维度的肥胖防控体系,将其纳入国家公共卫生战略的核心领域。作为《健康中国行动(2019—2030 年)》的重要组成部分,国家卫生健康委等 16 部门于 2024 年联合印发《“体重管理年”活动实施方案》^[18],明确提出到 2030 年建立广泛的体重管理支持性环境、减缓人群超重肥胖上升趋势的战略目标。在医疗服务体系建设方面,2025 年出台的《关于做好健康体重管理门诊设置与管理工作的通知》^[19]要求三级综合医院、儿童医院等在 2025 年 6 月底前实现健康体重管理门诊全覆盖,通过儿科、内分泌科、营养科等多学科协作模式,提供从健康评估到临床干预的全流程服务。此类政策实践既体现出我国对肥胖问题的科学认识与系统治理思维,也进一步凸显了以人民健康为中心的发展导向。在具体路径上,可以针对本研究揭示的疾病谱特征实施精准干预。在医疗服务体系方面,针对脑卒中及阿尔茨海默病负担攀升的现状,健康体重管理门诊不应局限于减重咨询,可试点建设联合神经内科、脑血管病科的专病管理单元,开展中老年肥胖患者的认知功能早期筛查与血管内皮功能评估。推动防控重点从“单纯减重”向“降低特定疾病风险”转变。另外,需实施生命全周期的性别差异化策略。针对男性高 BMI 负担增长更快的趋势,应开发更具职业场景适应性的体力活动干预模式;同时,应从成长早期进行管理,通过学校和社区联动,加强儿童期肥胖干预,以阻断肥胖向成年期及老年期脑血管与神经退行性疾病的远期演变。通过上述针对

性措施,将“体重管理年”的宏观目标转化为针对高负担疾病谱的精准防控实践。

本研究也存在一定的局限性。首先,GBD 数据库对数据的收集可能存在部分地区的遗漏或偏差,影响分析的准确性。其次,本研究未区分不同 BMI 等级(超重、肥胖)及肥胖类型(全身性肥胖、腹型肥胖)对疾病负担的差异化影响,GBD 数据库目前缺乏针对腰围、内脏脂肪面积等反映体成份指标的系统归因分析,可能导致对特定高风险负担的评估存在偏差。尽管存在上述局限,GBD 方法学的标准化流程仍保障了全球与中国数据的横向可比性,研究结果仍可为公共卫生决策提供重要参考。

4 小结

本研究利用 GBD 2021 数据库,系统分析了 1990—2021 年全球及中国高 BMI 相关疾病负担。结果显示,全球高 BMI 导致的死亡人数和 DALYs 分别增长 154.13% 和 167.52%,中国增速更高(死亡 305.23%,DALYs 283.9%),且男性负担增长快于女性。心血管疾病、糖尿病和肿瘤是主要死因,脑卒中和阿尔茨海默病相关负担显著上升。研究提示,中国需加强全人群肥胖防控,重点关注相关高风险疾病,以降低高 BMI 带来的公共卫生挑战。

参考文献:

- [1] 中国营养学会肥胖防控分会,西安交通大学全球健康研究院,国际肥胖与代谢性疾病研究中心,等. 2025 年世界肥胖报告[J]. 西安交通大学学报(医学版),2025,46(2):363—378.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国家卫生健康委办公厅关于印发体重管理指导原则(2024 年版)的通知[EB/OL]. (2024-12-31) [2025-08-14]. <https://www.nhc.gov.cn/ylyjs/zcwj/202412/75cb79c171c94de9e768193e65484f7.shtml>.
- [3] World Health Organization. Obesity and overweight [EB/OL]. (2025-05-07) [2025-09-03]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- [4] 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.
- [5] ZHOU X D, CHEN Q F, YANG W, et al. Burden of disease attributable to high body mass index: An analysis of data from the Global Burden of Disease Study 2021 [J]. *E Clinical Medicine*, 2024, 76:102848.
- [6] XIANG H, YANG R, TU J, et al. Health Impacts of High BMI in China: Terrible Present and Future [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(23):16173.
- [7] 颜丹虹,甘同舟,袁空军,等. 1990—2019 年中国高 BMI 所致的

- 疾病负担分析与预测研究 [J]. 中国全科医学, 2025, 28(10): 1200—1206.
- [8] ZHANG J, WANG H, WANG Z, *et al.* Trajectories of Dietary Patterns and Their Associations with Overweight/Obesity among Chinese Adults; China Health and Nutrition Survey 1991 – 2018 [J]. *Nutrients*, 2021, 13(8): 2835.
- [9] DU W, WANG H, SU C, *et al.* Thirty – Year Urbanization Trajectories and Obesity in Modernizing China [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(4): 1943.
- [10] COOPER AJ, GUPTA SR, MOUSTAFA AF, *et al.* Sex/Gender Differences in Obesity Prevalence, Comorbidities, and Treatment [J]. *Curr Obes Rep*, 2021, 10(4): 458—466.
- [11] KOSKINAS KC, VAN CRAENENBROECK EM, ANTONIADES C, *et al.* Obesity and cardiovascular disease: An ESC clinical consensus statement [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2025, 32(3): 184—220.
- [12] WELSH A, HAMMAD M, PINA IL, *et al.* Obesity and cardiovascular health [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2024, 31(8): 1026—1035.
- [13] MARX N, FEDERICI M, SCHUTT K, *et al.* 2023 ESC Guidelines for the management of cardiovascular disease in patients with diabetes [J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(39): 4043—4140.
- [14] CAMERON NA, PETITO LC, MCCABE M, *et al.* Quantifying the Sex – Race/Ethnicity – Specific Burden of Obesity on Incident Diabetes Mellitus in the United States, 2001 to 2016; MESA and NHANES [J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(4): e18799.
- [15] RINGEL AE, DRIJVERS JM, BAKER GJ, *et al.* Obesity Shapes Metabolism in the Tumor Microenvironment to Suppress Anti – Tumor Immunity [J]. *Cell*, 2020, 183(7): 1848—1866.
- [16] FLORES – CORDERO J A, PEREZ – PEREZ A, JIMENEZ – CORTEGANA C, *et al.* Obesity as a Risk Factor for Dementia and Alzheimer’s Disease: The Role of Leptin [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(9): 5202.
- [17] WEIJIE Z, MENG Z, CHUNXIAO W, *et al.* Obesity – induced chronic low – grade inflammation in adipose tissue: A pathway to Alzheimer’s disease [J]. *Ageing Res Rev*, 2024, 99: 102402.
- [18] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于印发“体重管理年”活动实施方案的通知 [EB/OL]. (2024 – 06 – 26) [2025 – 09 – 03]. <https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100375/202406/8378b85fd06a4b61b969d791783ca3ff.shtml>.
- [19] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于做好健康体检管理门诊设置与管理工作的通知 [EB/OL]. (2025 – 04 – 11) [2025 – 09 – 03]. <https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100378/202504/f94979ff66e0418aa5d610d12a12c848.shtml>.
- (本文编辑: 冀希炜 收稿日期 2025 – 12 – 06)

· 科学文摘 ·

将级联放大比率荧光探针用于癫痫致痫灶 时间锁定成像

引自: WANG X, *et al.* Cascade – Amplified Ratiometric Fluorescent Probe for Time – Locked Imaging Epilepsy [J]. *Adv Mater*, 2026, 38(11): e14336.

复旦大学药学院王聪团队提出一种基于级联放大比率荧光成像策略,通过协同监测癫痫致痫灶异常放电相关“酸中毒波动”和“神经炎症”两大癫痫致痫灶核心病理特征,实现时间累积驱动的信号放大及脑电“解耦型”精准识别,实现了癫痫致痫灶长时程、高信噪比显像。在四种不同的小鼠及大鼠癫痫模型中,该探针均展现了稳定的病灶界定能力。相较于临床“金标准”脑电极技术,该荧光探针具备生物降解性及高跨血脑屏障能力的优势。此研究为癫痫神经外科手术提供了全新策略,有助于提升耐药性癫痫患者的手术成功率。