

1990—2021 中国归因于饮食风险的缺血性心脏病负担及变化趋势

朱梦兰^{1,2}, 靳文瑜¹, 伍晨楠¹, 刘同同¹, 张鹭鹭¹

1. 海军军医大学卫生勤务学系卫生勤务学教研室, 上海 200433; 2. 解放军第 74 集团军医院眼耳鼻喉科

摘要:目的 阐明 1990—2021 年我国归因于饮食风险的缺血性心脏病(Ischemic Heart Disease, IHD)疾病负担状况及其发展变化。方法 采用 Jointpoint 回归模型,通过每年变化百分比和平均每年变化百分比,从全球疾病负担数据库中提取中国归因于饮食因素的 IHD 伤残调整寿命年(DALYs)率和死亡率。结果 2021 年中国归因于饮食风险的 IHD 标化 DALYs 率和死亡率分别为 820.87/10 万(比 1990 年下降 14.45%)和 44.26/10 万(比 1990 年下降 5.24%)。男性的饮食风险远高于女性,1990 年男性标化 DALYs 率是女性的 1.36 倍,2021 年为 1.99 倍。主要的饮食风险因素包括高钠饮食、低全谷类饮食和多 Ω -6 不饱和脂肪酸饮食,且 DALYs 率和死亡率随年龄增长而大幅增加。1990—2021 年中国归因于饮食因素的 IHD 的标化 DALYs 率和死亡率均呈下降(AAPC 分别为 -0.54% 和 -0.24%)。结论 我国归因于饮食风险的 IHD 的疾病负担和死亡率总体呈下降趋势,男性归因于饮食风险的 IHD 的疾病负担高于女性,70 岁及以上的人群疾病负担高于 70 岁以下人群,归因于饮食风险的 IHD 的疾病负担预计将持续上升。为减轻 IHD 疾病负担,应该对男性和中老年人群加强健康教育,以提高对 IHD 防治的知晓度,可以通过提倡健康饮食和生活习惯加强体质管理。

关键词: IHD; 饮食风险; 疾病负担; 伤残调整寿命年; Jointpoint 回归模型

中图分类号: R542.2 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)20-3695-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202405452

Analysis study of the burden and changing trend of ischemic heart disease attributed to dietary risks in China, 1990 – 2021

ZHU Meng-lan*, JIN Wen-yu, WU Chen-nan, LIU Tong-tong, ZHANG Lu-lu

* Department of Health Services, Faculty of Health Services, Naval Medical University(Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

Abstract: Objective To describe and analyze the burden and changing trends of ischemic heart disease(IHD) attributed to dietary risks in China from 1990 to 2021, and to provide a scientific basis for the prevention and control of IHD in China. **Methods** Standardized DALY rates and standardized mortality rates for IHD in China from 1990 to 2021 were extracted from the Global Burden of Disease database(GBD 2021). **Results** In 2021, the standardized DALYs rate and mortality rate of IHD attributed to dietary risks in China were 820.87 and 44.26 per 100,000 respectively, showing a decrease of 14.45% and 5.24% compared to 1990. China's rates were only higher than regions with high sociodemographic index and lower than global and other regional levels. Dietary risks were significantly higher in males compared to females, with the main risk factors being high-sodium diet, lowwholegrain diet, and high omega-6 polyunsaturated fatty acid diet. Both DALYs rate and mortality rate increased significantly with age. The overall trend from 1990 to 2021 shows a decline in the standardized DALYs rate and mortality rate of IHD attributed to dietary factors in China, with an Average Annual Percentage Change(AAPC) of 0.54% and 0.24% respectively. **Conclusion** The burden of disease and mortality rate of IHD attributable to dietary risks in China have shown an overall declining trend. However, the disease burden attributable to dietary risks is higher in males than in females, and higher in those aged 70 and above compared to those under 70. The burden of IHD attributable to dietary risks is expected to continue rising. To alleviate the burden of IHD, it is essential to enhance health education for males and middle-aged and elderly populations, increasing their awareness of IHD prevention and control. This can be achieved by promoting healthy eating habits and lifestyle practices to improve physical fitness management.

Keywords: IHD; Dietaryrisks; Burden of disease; Disability-adjusted life years; Jointpoint regression model

基金项目:国家自然科学基金(72174204)

作者简介:朱梦兰(1993—),女,硕士在读,研究方向:公共卫生

通信作者:张鹭鹭, E-mail: zllrmit@163.com

缺血性心脏病 (Ischemic Heart Disease, IHD) 是全球最主要的致病和死亡原因,是负担最重的心血管疾病^[1]。该病以心脏冠状动脉缺血和继发心肌损害为特征,每年导致超过 800 万人死亡,给患者带来沉重疾病负担^[2-3]。不健康饮食导致的死亡人数比全球任何其他风险都多,是 IHD 疾病负担的主要危险因素之一^[4-5]。饮食风险导致的 IHD 残疾调整生命年 (Disability - Adjusted Life Years, DALYs) 率为 990.2/10 万,死亡率为 77.9/10 万^[6]。随着居民不健康生活方式的持续增加,预计 IHD 的绝对疾病负担将继续上升^[7-8]。其中饮食风险直接影响心血管疾病,相比其他风险因素有较强干预性和较低成本,对预防心血管疾病有显著益处^[9-10]。

饮食具有复杂性和多样性,涉及种类、性别、年龄等多个方面的差异^[5]。本研究分析归因于饮食风险的 IHD 疾病负担及其变化趋势,有助于制定精准的干预和管理策略,减少疾病负担,提升公众健康水平。

1 数据与方法

1.1 数据来源 数据来自全球疾病负担数据库 (Global Burden of Disease, GBD) (<https://vizhub.healthdata.org>)。GBD 收集了全球疾病、伤害和风险因素,并对 195 个国家和地区的 25 岁或以上成年人中 13 种饮食因素对非传染性疾病负担和死亡率的影响进行了量化研究^[5]。本研究对 GBD2021 进行数据筛选 (<https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>),选择区域为“China”、“Global”及“社会人口指数 (Social Demographic Index, SDI) 区域”,死亡原因为“Ischemic Heart Disease”,危险因素为“dietary risks”,指标为“DALYs”、“Deaths”,年龄为“Age - standardized”及 15 个年龄组“<30、30~34、35~39……90~94、>95 岁”,年份为“1990—2021 年”。

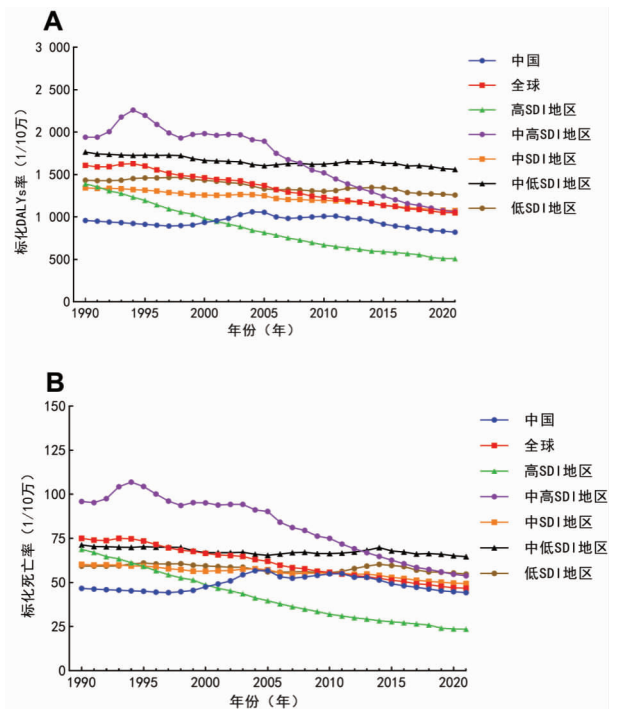
1.2 观察指标 本研究采用 DALYs 率对疾病负担进行评估,用死亡率描述疾病死亡情况,并对相关指标进行年龄标准化,变化率 = (2021 年指标值 - 1990 年指标值)/1990 年指标值 × 100%。男女比例 = 男指数数值/女指数数值。

1.3 统计学分析 采用 Excel 2021 从区域分组、年龄分组、风险种类及趋势进行描述分析。采用 Joinpoint 5.1.0 软件对 1990—2021 年中国归因于饮食风险的 IHD 疾病 DALYs 率和标准化死亡率的变化趋势进行分析,计算出年度变动百分比 (Annual Percentage Change, APC)、平均年度变动百分比 (Average Annual Percentage Change, AAPC)^[11-13]。

2 结果

2.1 中国 IHD 疾病负担及变化趋势 DALYs 率从

1990 年的 959.47/10 万下降至 2021 年 820.87/10 万,下降幅度为 14.45%; 标准化死亡率从 1990 年的 46.71/10 万下降至 2021 年的 44.26/10 万,下降幅度为 5.24%,见图 1。



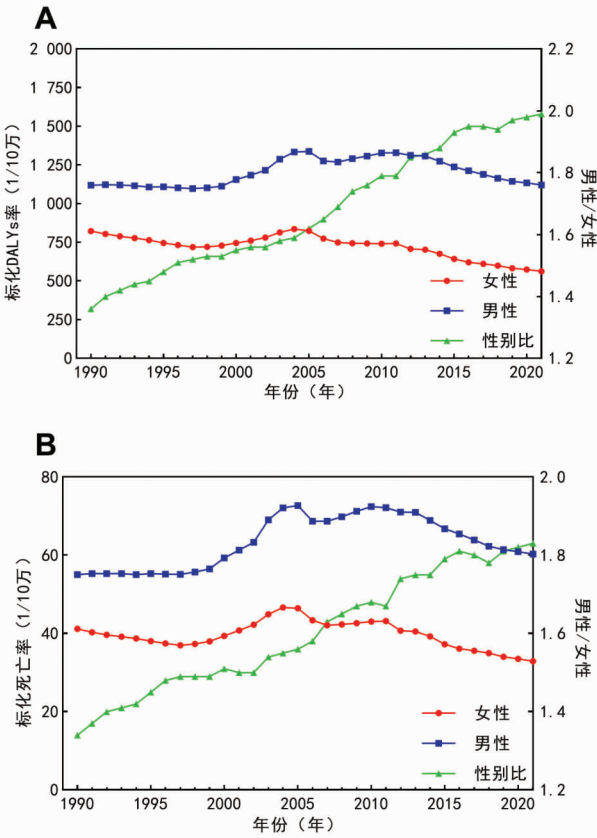
注:SDI:社会人口学指数;DALYs:伤残调整生命年。

图 1 1990—2021 年因于饮食风险的 IHD 标准化 DALYs 率 (1A) 和死亡率 (1B)

Fig. 1 Age - standardized DALY Rates (1A) and Mortality Rates (1B) of IHD Attributable to Dietary Risks from 1990 to 2021

2.2 不同性别的 IHD 疾病负担及变化趋势 1990—2021 年,中国男性和女性归因于饮食风险 IHD 的标准化 DALYs 率有波动性下降的趋势。分别从 1990 年的 1 118.95/10 万、822.71/10 万下降至 2021 年的 1 121.13/10 万、563.17/10 万。男性标准化死亡率从 1990 年的 55.06/10 万上升到 2021 年的 60.32/10 万。女性从 1990 年的 41.15/10 万人减少到 2021 年的 32.93/10 万人。无论是标准化 DALYs 率还是标准化死亡率,男性/女性的比值逐年增加,变化范围分别为 1.36~1.99 和 1.34~1.83。见图 2。

2.3 归因于饮食风险的 IHD 疾病负担年龄差异 2021 年不同年龄归因于饮食风险的 IHD 随着年龄的增长,其 DALYs 率和死亡率在明显的增加。45 岁以下处于较低水平,在 70 岁后迅速增加,≥95 岁年龄组人群 DALYs 率最高 (26 198.01/10 万)。30 岁以下的死亡率基本为 0,80 岁以后上升较快,在 95 岁以上达到最高峰 (3 180/10 万)。70 岁及以上人口的标准化



注:A 为不同性别的标准化 DALYs 率的变化趋势 B 为不同性别的标准化死亡率变化趋势。

图 2 归因于饮食风险导致 IHD 疾病负担和变化趋势的性别差异

Fig. 2 Gender Differences in Disease Burden and Trends of IHD Attributable to Dietary Risks

DALYs 率和死亡率分别为 6 263. 14/10 万和 459. 67/10 万, 远高于 70 岁以下人群 DALYs 率和死亡率 (667. 18/10 万和 19. 68/10 万), $P < 0. 05$ 。年龄分层

表 1 1990 年和 2021 年归因于饮食风险 IHD 各年龄组疾病负担及变化率

Table 1 Disease Burden and Change Rates of IHD Attributable to Dietary Risks Across Different Age Groups in 1990 and 2021

年龄段	DALYs 率(/10 万)			死亡率((/10 万))		
	1990	2021	变化率(%)	1990	2021	变化率(%)
< 30	180. 89	145. 51	-19. 56	2. 84	2. 28	-19. 78
30 ~ 34	303. 77	253. 08	-16. 69	5. 22	4. 32	-17. 24
35 ~ 39	524. 23	406. 74	-22. 41	9. 82	7. 57	-22. 97
40 ~ 44	844. 13	637. 55	-24. 47	17. 39	13. 09	-24. 73
45 ~ 49	1 049. 16	750. 27	-28. 49	24. 00	17. 05	-28. 95
50 ~ 54	1 602. 67	1 070. 95	-33. 18	41. 29	27. 31	-33. 84
55 ~ 59	2 152. 07	1 426. 54	-33. 71	62. 88	41. 23	-34. 43
60 ~ 64	2 669. 97	1 996. 13	-25. 24	90. 04	67. 03	-25. 56
65 ~ 69	3 526. 06	2 739. 86	-22. 30	140. 66	108. 44	-22. 91
70 ~ 74	4 400. 10	3 923. 26	-10. 84	213. 54	189. 33	-11. 33
75 ~ 79	5 521. 90	5 289. 10	-4. 22	335. 90	322. 14	-4. 10
80 ~ 84	7 554. 83	8 127. 64	7. 58	591. 12	640. 51	8. 36
85 ~ 89	11 058. 81	13 194. 02	19. 31	1 090. 81	1 315. 08	20. 56
90 ~ 94	18 159. 31	20 349. 93	12. 06	2 076. 83	2 334. 27	12. 40

的风险类型与总体人群结构不一致, DALYs 率和死亡率排名前三位的 80 岁以上人群中, 低全谷物饮食、高钠饮食、多 $\Omega - 6$ 不饱和脂肪酸饮食是主要风险类型。见图 4。

相比 1990 年, 2021 年标化 DALYs 率和死亡率分别下降 -14. 45% 和 -5. 24%, 但是全年龄的 DALYs 率和死亡率上升了 72. 15% 和 126. 66%。80 岁以下的 DALYs 率和死亡率都有不同程度的下降, 80 岁以上的 DALYs 率和死亡率都在上升, 见表 1。

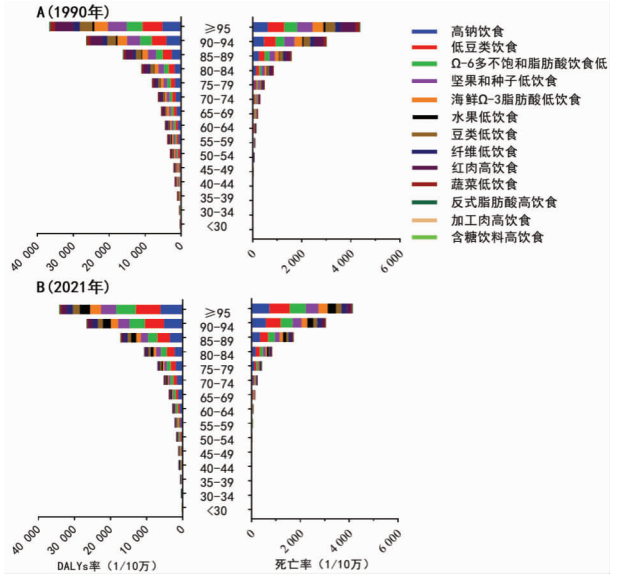


图 3 1990 年(A)和 2021 年(B)归因于饮食风险 IHD 各年龄组疾病负担及死亡率

Fig. 3 Disease Burden and Mortality Rates of IHD Attributable to Dietary Risks Across Different Age Groups in 1990 (A) and 2021 (B)

(续表)

年龄段	DALYs 率(/10 万)			死亡率(/10 万)		
	1990	2021	变化率(%)	1990	2021	变化率(%)
≥95	25 116.16	26 198.01	4.31	3 011.78	3 180.00	5.59
标准化年龄	959.47	820.87	-14.45	46.71	44.26	-5.24
全年龄	660.13	1 136.43	72.15	24.96	56.57	126.66

2.4 不同种类饮食风险的 IHD 疾病负担状况 归因于饮食风险的 IHD 疾病负担前三大风险因素分别是高钠饮食(260.14/10 万、13.6/10 万)、低全谷物饮食(249.26/10 万、12.47/10 万)和低 $\Omega-6$ 多不饱和脂肪酸饮食(172.54/10 万、9.05/10 万)。男性在各种类饮食风险的标化 DALYs 和死亡率均高于女性, ($P < 0.05$)。见图 3 和表 2。

低 $\Omega-6$ 多不饱和脂肪酸饮食从 1990 年的第 5 位上升到第 3 位,高红肉饮食从第 10 位上升至第 6 位,低海鲜 $\Omega-3$ 脂肪酸饮食从第 4 位下降至第 9 位。但是值得注意的是高红肉饮食、高加工肉饮食和高含糖饮料饮食位次没有变化,但是标化 DALYs 和死亡率均有上升,见图 4 和表 2。

2.5 1990—2021 归因于饮食风险的 IHD 疾病负担变化趋势 1990—2021 年中国归因于饮食风险的 IHD 标化 DALYs 率和死亡率略有下降(AAPC 分别为 -0.54% 和 -0.24%)。

1990—2021 年标化 DALYs 率与死亡率变化拐点一致,具有统计学意义的拐点有 5 个($P < 0.05$),分别为 1998、2001、2004、2007、2011 年,且在 1998—2004 年度均呈年均递增趋势,其中又以 2001—2004 年度增速最快。然后是递减,在 2007—2011 年又开始上升,从 2011 到现在是一个递减的态势。见图 4 和表 2。

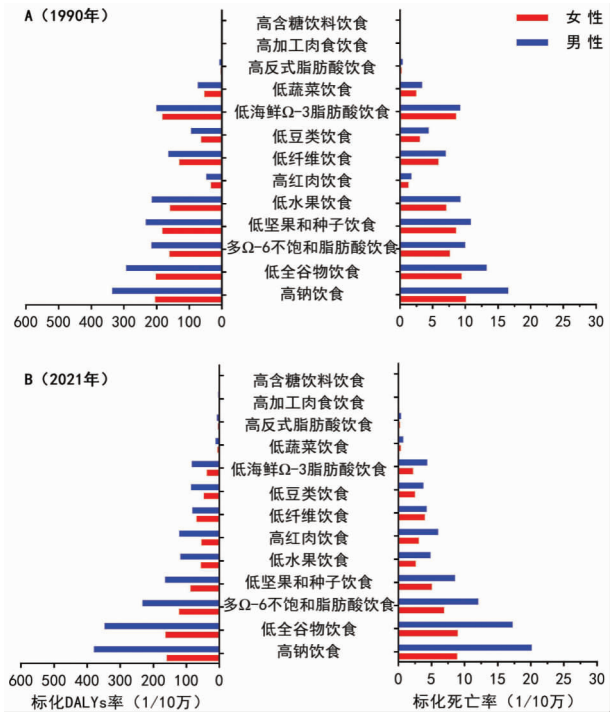


图 4 1990 年(A)和 2021 年(B)归因于饮食风险的 IHD 疾病负担分析和死亡率

Fig. 4 Analysis of Disease Burden and Mortality Rates of IHD Attributable to Dietary Risks in 1990 (A) and 2021 (B)

表 2 1990 年和 2021 年归因于饮食风险的 IHD 疾病负担分析和死亡率

Table 2 Analysis of Disease Burden and Mortality Rates of IHD Attributable to Dietary Risks in 1990 and 2021

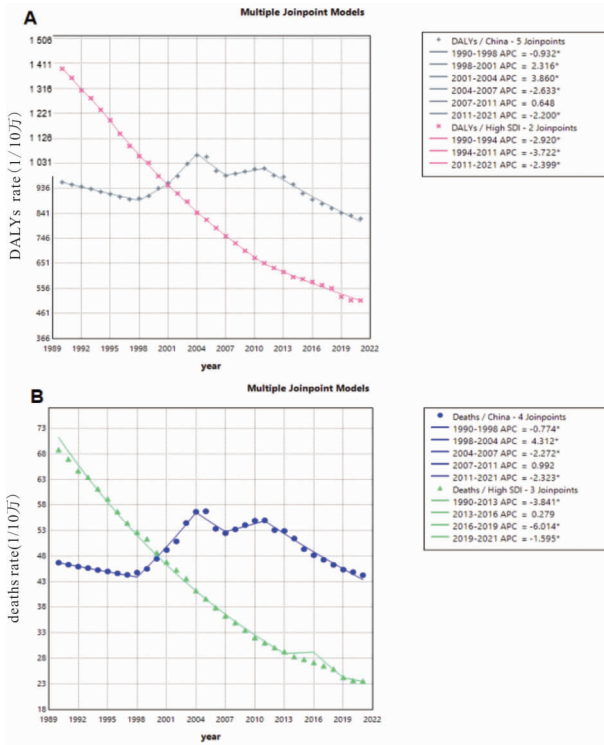
风险种类	标化 DALYs(/10 万)						标化死亡率(/10 万)					
	1990		2021		1990		2021		1990		2021	
	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
高钠饮食	204.52	335.47	158.5	378.69	10.12	16.57	8.85	20.11	0.01	0.01	0.03	0.05
低全谷物饮食	202.37	292.77	162.72	347.09	9.43	13.26	8.99	17.26	0.03	0.03	0.05	0.08
多 $\Omega-6$ 不饱和脂肪酸饮食	160.18	214.56	120.78	231.84	7.63	9.96	6.91	12.06	0.01	0.01	0.03	0.05
低坚果和种子饮食	181.74	233.08	86.75	163.38	8.62	10.85	5.03	8.57	0.03	0.03	0.03	0.04
低水果饮食	158.83	213.96	55.75	117.63	7.12	9.24	2.66	4.86	0.01	0.01	0.01	0.01
高红肉饮食	33.46	47.61	53.31	120.33	1.29	1.76	3.08	6.02	0.03	0.03	0.03	0.03
低纤维饮食	130.42	163.22	68.84	81.05	5.87	6.98	3.99	4.29	0.03	0.03	0.03	0.03
低豆类饮食	63.01	93.84	46.45	84.87	3.03	4.38	2.49	3.75	0.03	0.03	0.03	0.03
低海鲜 $\Omega-3$ 脂肪酸饮食	181.73	199.74	37.33	83.00	8.58	9.21	2.18	4.37	0.03	0.03	0.03	0.03
低蔬菜饮食	53.16	72.84	4.97	10.99	2.50	3.34	0.36	0.74	0.03	0.03	0.03	0.03
高反式脂肪酸饮食	3.73	7.09	3.73	7.09	0.23	0.40	0.23	0.40	0.03	0.03	0.03	0.03
高加工肉饮食	0.70	0.87	1.31	2.31	0.03	0.03	0.05	0.08	0.03	0.03	0.03	0.03
高含糖饮料饮食	0.31	0.38	0.71	1.4	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03

表 3 归因于 IHD 疾病负担变化趋势分析的饮食风险

Table 3 Analysis of Dietary Risks Attributable to Trends in IHD Disease Burden

变量	地区	指标	时间(年)	变化值(95% CI) (%)	
标化 DALYs 率	中国	APC	1990—1998	-0.93 ^a (-1.1 ~ -0.76)	
			1998—2001	2.32 ^a (0.44 ~ 4.22)	
			2001—2004	3.86 ^a (2.1 ~ 5.65)	
			2004—2007	-2.63 ^a (-4.44 ~ -0.79)	
			2011—2021	-2.20 ^a (-2.36 ~ -2.04)	
		AAPC	1990—2021	-0.54 ^a (-0.85 ~ -0.24)	
		高 SDI 区域	APC	1990—1994	-2.92 ^a (-3.32 ~ -2.52)
			1994—2011	-3.72 ^a (-3.77 ~ -3.67)	
			2011—2021	-2.40 ^a (-2.65 ~ -2.14)	
			AAPC	1990—2021	-3.19 ^a (-3.29 ~ -3.1)
标化死亡率	中国		APC	1990—1998	-0.77 ^a (-1.04 ~ -0.51)
		1998—2004		4.31 ^a (3.81 ~ 4.82)	
		2004—2007		-2.27 ^a (-4.37 ~ -0.13)	
		2007—2011		0.99 (-0.18 ~ 2.18)	
		2011—2021		-2.32 ^a (-2.54 ~ -2.1)	
		AAPC	1990—2021	-0.24 (-0.51 ~ 0.04)	
		高 SDI 区域	APC	1990—2013	-3.84 ^a (-3.93 ~ -3.75)
			2013—2016	0.28 (-4.48 ~ 5.28)	
			2016—2019	-6.01 ^a (-9.45 ~ -2.45)	
			2019—2021	-1.59 ^a (-2.15 ~ -1.03)	
AAPC	1990—2021		-3.52 ^a (-4.06 ~ -2.97)		

注: a 代表 $P < 0.05$; APC = 全年百分比, AAPC = 全年平均百分比。



注: * 代表 $P < 0.05$, 有统计学意义。

图 5 1990—2021 年归因于饮食风险 IHD 标化 DALYs 率(A) 和标化死亡率(B)

Fig. 5 Age - standardized DALY Rates (A) and Age - standardized Mortality Rates (B) of IHD Attributable to Dietary Risks from 1990 to 2021

3 讨论

研究结果显示,1990—2021 年,我国归因于饮食因素的 IHD 疾病负担和死亡率在数值上低于全球和其他 SDI 区域。但是与同期高 SDI 区域趋势相比,我国经年龄调整后的归因于饮食风险的 IHD 疾病负担已超过高 SDI 区域,并且呈现逐渐加重的趋势^[14]。

这与我国社会经济发展过程中,人们饮食习惯转向摄入更多动物源性食品、精制谷物和深加工食品有关,从而增加了 IHD 的患病风险^[15]。本研究结果显示 1990—2021 年,我国归因于饮食因素的 IHD 标化 DALYs 率和死亡率呈波浪式下降,但全年龄的呈上升趋势。这一趋势主要是由于年龄标准化消除了人口老龄化的影响,同时医疗技术的进步推迟了疾病的发病年龄,从而降低了标化 DALYs 率和死亡率^[16]。

从 1990—2021 年男性在不同年龄、不同风险种类的疾病负担均高于女性,而且呈进一步发展的趋势。部分原因是由于男性和女性在饮食习惯和健康行为模式上有较大差异。女性更加关注健康、选择最佳饮食和积极护理,男性通常有抽烟和喝酒的生活习惯^[14],并且在工作聚餐中更容易接触高盐高脂的饮食^[17]。

从 1900 年到 2021 年,80 岁以下比 80 岁及以上的疾病负担和死亡率都在上升,而且老年人比年轻人有更高的饮食风险。除了老龄化和医疗技术进步的缘故,饮食风险会随着年龄的增长逐渐累积;另一方面,老年人自身免疫力下降有伴随基础性疾病下,

IHD 相关的饮食风险也会增加^[6]。因此老年人群应成为 IHD 防治的重点对象,有针对性地制定营养教育计划、协助减少不健康要素的摄取^[18]。

2021 年中国饮食风险排名与 1990 年的排名变化不大,前两位都是高钠饮食和低全谷物饮食。全球全谷物、水果和钠不良摄入占非传染病死亡的 50% 以上,占 DALYs 的 66%^[5]。同时各别种类的饮食风险增加明显,例如红肉、加工肉和含糖饮料^[18]。

在中国,为提高国民整体健康水平,政府推出了《健康中国行动(2021—2030 年)》的具体健康饮食指导^[19],并制定的《健康中国 2030 规划纲要》提出了全方位的健康规划^[20],旨在通过膳食宝塔,适当增加不饱和脂肪酸、蛋白质和膳食纤维的摄入,增加食物多样化。然而,我国的饮食干预 IHD 仍面临较大的挑战。

目前大多数饮食干预 IHD 观察到的效果远远低于世界卫生组织推荐的水平^[6],这深受家庭因素、工作环境和饮食文化的影响^[21]。其次,饮食干预没有较少考虑年龄和要素的差异。种种因素导致中国在 1990 至 2021 年间,由饮食因素引起的 IHD 标化 DALYs 率和死亡率呈波浪式下降的同时,饮食风险带来的 IHD 负担依然存在,并有逐渐加重的趋势^[22]。饮食是一个复杂过程,专注于促进当前摄入健康的饮食成分(全谷物、豆类、坚果、低蔬菜等)的饮食政策,减少不健康要素(如钠、碳水化合物)摄入总量不仅可以改善血压、血脂、血糖,还有助于节省成本^[23]。

本研究使用 GBD 数据库对中国整体归因于饮食风险的 IHD 疾病负担进行分析,未考虑各区域存在的差异。此外,GBD 数据基于统计学模型对数据进行估计,与真实结果可能存在偏移,有待利用中国真实监测数据进一步分析。

综上,1990—2021 年中国归因于饮食风险、不同性别和年龄差异的 IHD 标化 DALYs 和死亡率负担均呈下降趋势,而男性和中老年是 IHD 的重点关注对象,警惕红肉、加工肉和含糖饮料等不健康要素的摄入,同时低龄段潜在的疾病风险也应引起重视。随着次亚健康的饮食方式进展,进一步增重 IHD 疾病负担和死亡风险。为改善 IHD,应关注 IHD 的早期预防,加强患者及重点人群的健康管理,提倡健康饮食和生活习惯。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Wang WX, Hu ML, Liu H, et al. Global burden of disease study 2019 suggests that metabolic risk factors are the leading drivers of the burden of ischemic heart disease[J]. *Cell Metabolism*, 2021, 33(10): 1943–1956. e2.

- [2] Zhang L, Tong Z, Han RZ, et al. Global, regional, and National burdens of ischemic heart disease attributable to smoking from 1990 to 2019[J]. *Journal of the American Heart Association*, 2023, 12(3): e028193.
- [3] Malakar AK, Choudhury D, Halder B, et al. A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics[J]. *Journal of Cellular Physiology*, 2019, 234(10): 16812–16823.
- [4] Forouhi NG, Unwin N. Global diet and health: old questions, fresh evidence, and new horizons[J]. *Lancet*, 2019, 393(10184): 1916–1918.
- [5] GBD 2017 Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2019, 393(10184): 1958–1972.
- [6] Fang Y, Xia J, Lian Y, et al. The burden of cardiovascular disease attributable to dietary risk factors in the provinces of China, 2002–2018: a nationwide population-based study[J]. *The Lancet Regional Health. Western Pacific*, 2023, 37: 100784.
- [7] Wang F, Yu Y, Mubarak S, et al. Global burden of ischemic heart disease and attributable risk factors, 1990–2017: A secondary analysis based on the global burden of disease study 2017[J]. *Clinical Epidemiology*, 2021, 13: 859–870.
- [8] 中华医学会心血管病学分会,中国康复医学会心脏预防与康复专业委员会,中国老年学和老年医学学会心脏专业委员会,等. 中国心血管病一级预防指南基层版[J]. *中华心血管病杂志*, 2023,51(4):343–363. Cardiovascular Society of Chinese Medical Association, Heart Prevention and Rehabilitation Professional Committee of Chinese Rehabilitation Medical Association, Heart Professional Committee of Chinese Gerontology and Geriatrics Association, et al. Chinese guideline on the primary prevention of cardiovascular diseases in primary health care[J]. *Chinese Journal of Cardiology*, 2023, 51(4): 343–363. (In Chinese)
- [9] Chareonrungrueangchai K, Wongkawinwoot K, Anothaisintawee T, et al. Dietary factors and risks of cardiovascular diseases: an umbrella review[J]. *Nutrients*, 2020, 12(4): 1088.
- [10] Djekic D, Shi L, Brodin H, et al. Effects of a vegetarian Diet on cardiometabolic risk factors, gut microbiota, and plasma metabolome in subjects with ischemic heart disease: a randomized, crossover study[J]. *Journal of the American Heart Association*, 2020, 9(18): e016518.
- [11] Yan DQ, Liu KS, Li FJ, et al. Global burden of ischemic heart disease associated with high red and processed meat consumption: an analysis of 204 countries and territories between 1990 and 2019[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 2267.
- [12] Akhtar S, Al-Abkal J, Alroughani R. Joinpoint regression analysis of trends in multiple sclerosis incidence in Kuwait; 1980–2019[J]. *Neuroepidemiology*, 2020, 54(6): 472–481.
- [13] Zhu BW, Wang YM, Zhou WR, et al. Trend dynamics of gout prevalence among the Chinese population, 1990–2019: Ajoinpoint and age-period-cohort analysis[J]. *Frontiers in Public Health*, 2022, 10: 1008598.
- [14] 杨继,张垚,马腾,等. 1990—2019 年中国心血管疾病流行现状、疾病负担及发病预测分析[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(2): 233–244, 252. Yang J, Zhang Y, Ma T, et al. Epidemic status, disease burden and prediction of cardiovascular diseases in China, 1990–2019[J].

- Chinese General Practice, 2024, 27(2): 233 - 244, 252. (In Chinese)
- [15] 魏俏俏, 胡樱, 胡迪, 等. 基于 Joinpoint 分析 1990—2019 年中国归因于高 BMI 的 2 型糖尿病疾病负担[J]. 中国卫生统计, 2024, 41(1): 2 - 6.
Wei QQ, Hu Y, Hu D, et al. Analysis of the disease burden of type 2 diabetes attributable to high BMI in China from 1990 to 2019 based on joinpoint regression model[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2024, 41(1): 2 - 6. (In Chinese)
- [16] GBD 2021 Forecasting Collaborators. Burden of disease scenarios for 204 countries and territories, 2022 - 2050: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet, 2024, 403(10440): 2204 - 2256.
- [17] 朱家峰, 古建昌, 杨茂全, 等. 1990—2019 年中国归因于高盐饮食的缺血性心脏病疾病负担及其变化趋势分析[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(3): 337 - 342.
Zhu JF, Gu JC, Yang MQ, et al. Analysis of the burden and changing trends of ischemic heart disease attributable to high salt diet in China from 1990 to 2019[J]. Chinese Circulation Journal, 2023, 38(3): 337 - 342. (In Chinese)
- [18] 赵明日, 宇传华. 基于年龄 - 时期 - 队列模型分析 1990—2019 年中国归因于高盐饮食的缺血性心脏病疾病负担趋势[J]. 公共卫生与预防医学, 2024, 35(3): 1 - 5.
Zhao MR, Yu CH. Trend and age - period - cohort analysis of heart disease deaths and DALY attributable to high - salt diets in Chinese residents in 1990 - 2019[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2024, 35(3): 1 - 5. (In Chinese)
- [19] 健康中国行动推进委员会. 健康中国行动(2019—2030) [EB/OL]. [2024 - 08 - 21]. https://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm.
- The HealthyChina Action Promotion Committee. Healthy China initiative (2019 - 2030) [EB/OL]. [2024 - 08 - 21]. https://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm. (In Chinese)
- [20] 新华社. 中共中央国务院印发《“健康中国 2030”规划纲要》 [EB/OL]. [2024 - 08 - 21]. https://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm.
TheXinhua News Agency. The CPC Central Committee and The State Council issued the Outline of the "Healthy China 2030" Plan [EB/OL]. [2024 - 08 - 21]. https://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm. (in Chinese)
- [21] 史欣然, 陈天骄, 马军. 儿童青少年饮食行为模式的家庭影响因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 41(8): 1291 - 1295.
Shi XR, Chen TJ, Ma J. Analysis of family influencing factors of dietary behavior patterns in children and adolescents[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2020, 41(8): 1291 - 1295. (In Chinese)
- [22] 李子悦, 方珈文, 林凯程. 1990—2019 年中国归因于高体质指数的 2 型糖尿病疾病负担分析与预测研究[J]. 中国全科医学, 2024, 27(9): 1126 - 1133, 1148.
Li ZY, Fang JW, Lin KC. Analysis and prediction study of type 2 diabetes disease burden attributed to high physical fitness index in China from 1990 to 2019[J]. Chinese General Practice, 2024, 27(9): 1126 - 1133, 1148. (In Chinese)
- [23] 曹维杰, 包玉倩. 碳水化合物和心血管疾病危险因素的研究进展[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(6): 633 - 636.
Cao WJ, Bao YQ. Advances in research on carbohydrate and risk factors of cardiovascular disease [J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2021, 13(6): 633 - 636. (In Chinese)

收稿日期: 2024-05-29

(上接第 3690 页)

- [12] 吴健生, 谢舞丹, 李嘉诚. 土地利用回归模型在大气污染时空分异研究中的应用[J]. 环境科学, 2016, 37(2): 413 - 419.
Wu JS, Xie WD, Li JC. Application of land - use regression models in spatial - temporal differentiation of air pollution [J]. Environmental Science, 2016, 37(2): 413 - 419. (In Chinese)
- [13] Huang L, Zhang C, Bi J. Development of land use regression models for PM_{2.5}, SO₂, NO₂ and O₃ in Nanjing, China [J]. Environmental Research, 2017, 158: 542 - 552.
- [14] 汉瑞英, 陈健, 王彬. 利用 LUR 模型模拟杭州市 PM_{2.5} 质量浓度空间分布[J]. 环境科学学报, 2016, 36(9): 3379 - 3385.
Han RY, Chen J, Wang B. Application of LUR models for simulating the spatial distribution of PM_{2.5} concentration in Hangzhou, China [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2016, 36(9): 3379 - 3385. (In Chinese)
- [15] 祝桃. 基于 LUR 模型探讨重庆市主城区孕期大气污染物暴露与不良妊娠结局的关系[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2021.
Kuang T. Investigate the relationship between exposure to air pollutants during pregnancy and adverse pregnancy outcomes by LUR model [D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2021. (In Chinese)
- [16] 吴健生, 廖星, 彭建, 等. 重庆市 PM_{2.5} 浓度空间分异模拟及影响因素[J]. 环境科学, 2015, 36(3): 759 - 767.
Wu JS, Liao X, Peng J, et al. Simulation and influencing factors of spatial distribution of PM_{2.5} concentrations in Chongqing [J]. Environmental Science, 2015, 36(3): 9. (In Chinese)
- [17] 杜彦彦, 黄青. 河南省 PM_{2.5} 时空分布特征及其与植被覆盖度的关系[J]. 生态环境学报, 2019, 28(11): 2257 - 2265.
Du YY, Huang Q. Spatial and temporal variation characteristics of PM_{2.5} and its relationship with vegetation fraction in Henan province [J]. Ecology and Environment Sciences, 2019, 28(11): 2257 - 2265. (In Chinese)
- [18] 魏文静, 谢炳庚, 周楷淳, 等. 2013—2018 年山东省大气 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 污染时空变化及其影响因素[J]. 环境工程, 2020, 38(12): 103 - 111.
Wei WJ, Xie BG, Zhou KC, et al. Research on the temporal and spatial variations of atmospheric PM_{2.5} and PM₁₀ and the influencing factors in Shandong, China during 2013—2018 [J]. Environmental Engineering, 2020, 38(12): 103 - 111. (In Chinese)
- [19] 黄鹏. 湖南省 PM_{2.5} 时空特征及其影响因素研究[D]. 湘潭: 湖南科技大学, 2019.
Huang P. Spatial - temporal characteristics of PM_{2.5} and its influencing factors in Hunan province [D]. Xiangtan: Hunan University of Science and Technology, 2019. (In Chinese)

收稿日期: 2024-05-27