

我国归因于低体力活动的结直肠癌疾病负担变化及趋势预测

张永庆¹, 李娜¹, 高伊丽^{1,2}, 秦佳文^{1,2}, 俞海萍^{1,2}, 宋晓宇²

1. 同济大学医学院, 上海 200331; 2. 同济大学附属东方医院

摘要:目的 分析 1990—2021 年我国归因于低体力活动的结直肠癌 (CRC) 疾病负担变化趋势, 为制定有效的公共卫生策略和医疗资源配置提供参考。方法 本研究依托全球疾病负担研究 2021 数据库, 聚焦我国 ≥ 25 岁人群归因于低体力活动的 CRC 疾病负担数据, 包括死亡和伤残调整寿命年 (DALY) 情况。运用 Joinpoint 回归分析疾病负担变化趋势和转折点, 借助年龄-时期-队列模型估算死亡率的年龄、时期和队列效应, 并通过自回归积分滑动平均 (ARIMA) 模型预测 2022—2030 年疾病负担态势。结果 1990—2021 年, 我国归因于低体力活动的 CRC 的死亡数、粗死亡率、DALY 数及粗 DALY 率均升高, 死亡数从 5 735 上升至 16 698, 粗死亡率从 0.78/10 万增至 1.53/10 万; DALY 数从 128 353 人年增至 320 464 人年, 粗 DALY 率从 17.55/10 万增至 29.44/10 万。Joinpoint 分析显示, 死亡率、DALY 率均呈增长态势; 总人群标化死亡率、标化 DALY 率呈波动下降趋势, 平均年度百分比变化为 -0.21% ($P > 0.05$) 和 -0.29% ($P < 0.05$), 男性和女性的标化死亡率、标化 DALY 率变化趋势有性别差异。全人群年龄效应表现为我国归因于低体力活动的 CRC 死亡率基本随年龄增长而升高, 各年龄组相对危险度 (RR) 范围为 0.04 ~ 10.75; 时期效应表现为死亡率随时期推移单调上升, 各时期 RR 范围为 0.69 ~ 1.59; 队列效应显示为死亡率随出生队列发展而逐步降低, 各出生队列 RR 范围为 0.25 ~ 5.23。性别间效应差异不明显。ARIMA 预测模型显示, 2022—2030 年我国归因于低体力活动的疾病负担将继续加重。结论 1990—2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 负担呈显著上升趋势, 且存在性别差异。其死亡风险的年龄、时期、队列效应明显。亟需采取针对性措施, 来有效遏制疾病负担上升态势。

关键词: 结直肠癌; 低体力活动; 全球疾病负担

中图分类号: R735.34 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)12-2257-08

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202503012

Trends and projections in colon and rectum cancer burden attributable to low physical activity in China

ZHANG Yong-qing*, LI Na, GAO Yi-li, QIN Jia-wen, YU Hai-ping, SONG Xiao-yu

* School of Medicine, Tongji University, Shanghai 200331, China

Abstract: **Objective** To analyze the trend of Colon and rectum cancer (CRC) burden attributable to low physical activity in China from 1990 to 2021, and to provide a reference for the development of effective public health strategies and healthcare resource allocation. **Methods** Relying on the Global Burden of Disease Study 2021 database, this study focused on the data of CRC burden attributable to low physical activity, including death and disability-adjusted life years (DALYs), among people ≥ 25 years old in China. Joinpoint regression was used to analyze the trends and turning points of disease burden changes, age, period and cohort effects of mortality were estimated with the age-period-cohort model, and autoregressive integral moving average (ARIMA) model was used to predict the disease burden dynamics in 2022-2030. **Results** Between 1990 and 2021, the number of deaths, crude death rate, number of DALYs, and crude DALY rate attributable to low physical activity for CRC in China increased, with the number of deaths rising from 5 735 to 16 698, and the crude death rate from 0.78/100 000 to 1.53/100 000; the number of DALYs increased from 128 353 to 320 464 years. Crude DALY rate increased from 17.55/100 000 to 29.44/100 000. Joinpoint analysis showed that the mortality and DALY rates were increasing; the total population had a fluctuating downward trend in the standardized mortality rate and the standardized DALY rate, with an average annual percentage change of -0.21% ($P > 0.05$) and -0.29% ($P < 0.05$) for males and females, respectively. Gender differences were observed in age-standardized mortality and DALY rate trends. The age effect showed that the CRC mortality rate

基金项目: 上海浦东新区高峰高原学科建设临床医学新质专科项目 (2025-PWXZ-01)

作者简介: 张永庆 (1998—), 男, 硕士在读, 研究方向: 慢性病管理

通信作者: 宋晓宇, E-mail: 183095641@qq.com

attributable to low physical activity basically increased with age in China, and the relative risk (*RR*) ranged from 0.04 to 10.75 in each age group; the period effect showed that the mortality rate monotonically increased with the period, and the *RR* ranged from 0.69 to 1.59 in each period; and the cohort effect showed that the mortality rate progressively decreased with the development of birth cohorts, and the *RR* of each birth cohort ranged from 0.25 to 5.23. The differences in the effects between genders were not significant. The ARIMA model showed that the burden will continue to increase in China from 2022 to 2030. **Conclusion** The burden of CRC attributable to low physical activity in China showed a significant upward trend from 1990 to 2021, with gender differences. The age, period, and cohort effects of its mortality risk are evident. Targeted measures are urgently needed to effectively curb the rising disease burden.

Keywords: Colon and rectum cancer; Low physical activity; Global burden of disease study

结直肠癌(Colon and rectum cancer, CRC)作为我国高发的恶性肿瘤之一,严重威胁我国居民健康。研究显示,我国 CRC 疾病负担呈逐渐上升趋势,年龄标化发病率高达 34.2/10 万,显著高于全球平均水平的 28.60/10 万^[1]。2019 年我国早发 CRC 新发病例 87383 例、死亡 26 274 例,较 1990 年分别增长 264.53%、76.92%,且 42.85% 的早发 CRC 伤残调整寿命年(Disability-adjusted life years, DALY)数源于饮食、行为及代谢因素^[2]。随着社会经济转型,我国居民生活方式发生深刻变革,低体力活动水平已成为突出的公共卫生问题,我国仅有 56.80% 的人达到了中度运动水平标准^[3]。低体力活动是 CRC 公认危险因素之一^[4],会显著增加 CRC 发病和死亡风险^[5-6]。定期体育锻炼已被证明具有改善免疫系统功能、减少炎症、帮助调节激素水平等功能,有助于预防 CRC 发展^[7]。低体力活动造成的 CRC 疾病负担日益沉重,2019 年全球范围内归因于低体力活动的 CRC 死亡数为 5.87 万例,标化死亡率高达 0.77/10 万^[8]。1990—2019 年,在中国与低体力活动相关的所有疾病中,CRC 的死亡数、死亡率和 DALY 率增幅分别为 237.93%、187.50% 和 150.21%,增幅居所有慢性病首位^[9]。随着我国人口老龄化进程的加速以及居民体力活动水平普遍下降,归因于低体力活动的 CRC 疾病负担问题将愈发凸显。精准掌握其变化趋势,对制定针对性防控策略意义重大。

既往研究基于全球人群数据,采用估计年度百分比变化量化了 1990—2020 年低体力活动相关 CRC 年龄标化死亡率的时空演变趋势^[8],但由于文化背景、生活方式及环境暴露的地域差异,其结论在中国人群中的适用性有待验证,无法支撑契合中国人群特征的防控策略制定。故而,亟需开展中国人群本土化研究,填补知识空白。本研究依托全球疾病负担研究(Global Burden of Disease Study, GBD)2021 数据库,分析 1990—2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 疾病负担的动态变化并预测未来的流行趋势,为我国 CRC 疾病管理和防控策略制定提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究数据均来源于美国华盛顿大学健康测量与评价研究院发布的 GBD2021 数据库^[10]。该数据库采用标准化的疾病统计指标和疾病负担评估方法,系统评估了全球 204 个国家和地区的 389 种疾病与伤害,以及 87 种风险因素所致的疾病负担,为全球卫生政策制定提供了重要的循证依据。本研究选取 GBD 2021 中的中国大陆地区(除中国台湾外)的归因于低体力活动的 CRC 疾病负担数据进行分析。

1.2 指标提取 鉴于 CRC 主要发生于成年人群,25 岁以下死亡率较低,故本研究基于 GBD 2021 数据库,选取 1990—2021 年我国 ≥25 岁人群 CRC 数据,以死亡数、死亡率、DALY 数、DALY 率及年龄标准化率,量化归因于低体力活动的 CRC 疾病负担。死亡数直观展现死亡规模,死亡率反映人群相对风险;DALY 数综合早死与伤残影响,反映 CRC 对健康和生活质量的全面影响,DALY 率排除人口干扰,利于客观评价疾病负担;年龄标化率消除年龄结构差异,便于不同年份间对比。本研究将 25 岁以上人群按 5 岁分组,共 15 个年龄组。在 1990—2021 年观察期,为规避出生队列时间重叠,采用时间点值分析,通过年份减年龄计算出生队列。

1.3 统计学处理 本研究运用 Excel 2019 软件对数据进行整理,通过统计死亡数、死亡率、DALY 数及 DALY 率及其标化率,描述我国不同年份、性别、年龄的疾病负担情况。运用 Joinpoint Regression Program 4.9.1.0 软件进行 Joinpoint 回归模型分析,以探究疾病发展趋势的局部变化特征。该模型能识别疾病发展转折点,并依此对整体趋势进行分段,通过对数线性回归计算年度百分比变化(Annual Percent Change, APC)、估计年度百分比变化(Estimated APC, EAPC)和平均年度百分比变化(Average APC, AAPC),用以阐述 1990—2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 死亡率、年龄标化死亡率、DALY 率和年龄标化 DALY 率的变化趋势。

采用内生因子估计法构建年龄-时期-队列模型,该方法通过限定年龄、时期、队列各组系数和为零排除混杂。该模型剖析 3 效应以明晰死亡率随时间的变化趋势,主要参数为年龄、时期和队列的相对危险度(Relative Risk,RR)值,RR 值可描述死亡风险水平。将年龄、时期和出生队列的平均死亡风险设置为参照,当 $RR > 1$ 时,表明死亡风险增加;当 $RR < 1$ 时,意味着风险降低,数值越高风险越高。运用 Stata 14.0 软件构建年龄-时期-队列模型。运用 ARIMA 模型开展时间序列预测分析,重点评估 2022—2030 年我国归因于低体力活动的 CRC 疾病负担演变趋势。通过 R 4.2.3 软件“forecast”包中的 auto. arima 函数来拟合时间序列数据。检验水准设定为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 1990 年和 2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 疾病负担

1990 年至 2021 年,我国归因于低体

力活动的 CRC 疾病负担显著加重。死亡方面,全人群死亡数从 1990 年的 5 735 例(男 2 219 例,女 3 515 例)增至 2021 年的 16 698 例(男 8 205 例,女 8 493 例),EAPC 为 3.52%;粗死亡率从 0.78/10 万升至 1.53/10 万(EAPC = 2.22%),标化死亡率下降(EAPC = -0.21%)。DALY 方面,全人群 DALY 数从 128 353 人年(男 49 988 人年,女 78 364 人年)升至 320 464 人年(男 158 529 人年,女 161 935 人年),EAPC 为 2.99%;粗 DALY 率从 17.55/10 万升至 29.44/10 万(EAPC = 1.71%),标化 DALY 率下降(EAPC = -0.29%)。见表 1。相较于 1990 年,2021 年我国各年龄段因低体力活动导致的结直肠癌死亡数和 DALY 数显著增多。随年龄增长,死亡数和 DALY 数先升后降,死亡率与 DALY 率持续攀升。 ≥ 55 岁人群的死亡数和 DALY 数处于高位,是数据主要分布区间,其中 75~84 岁死亡人数最多,70~74 岁 DALY 数最高。见图 1。

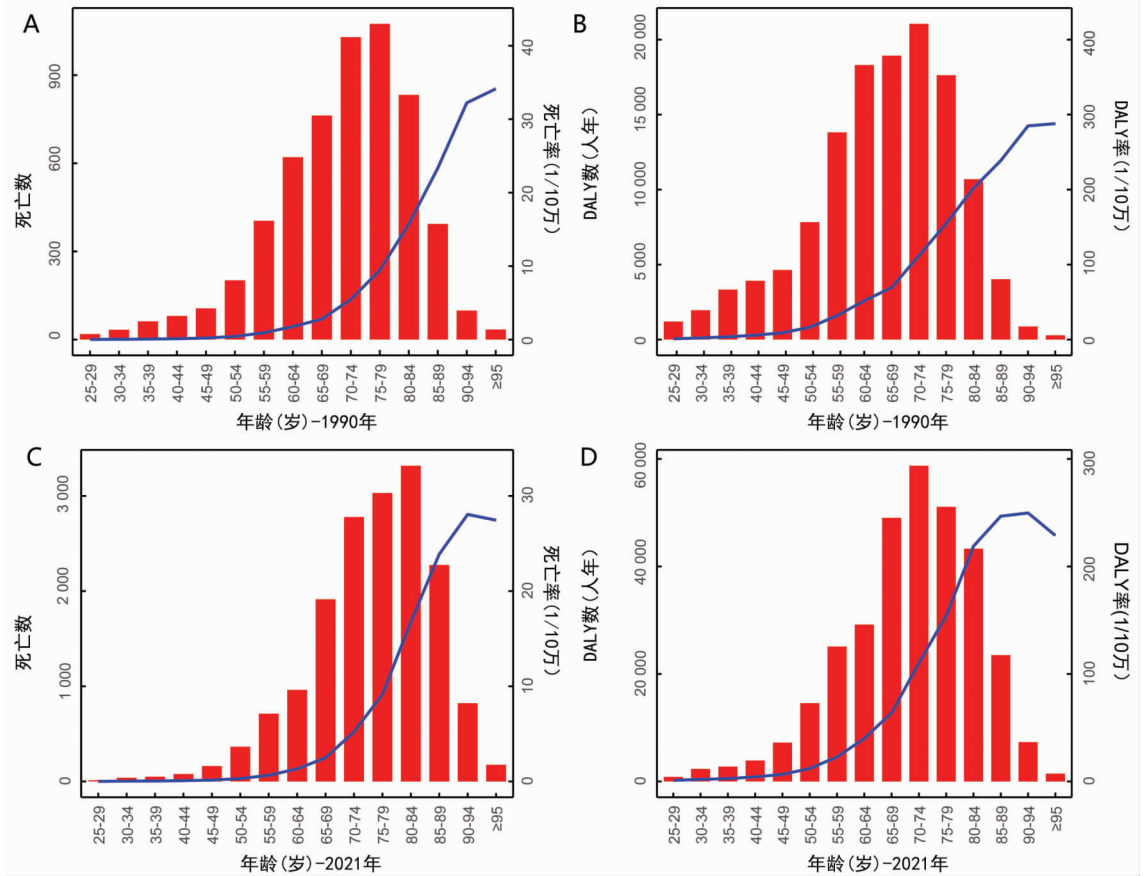
表 1 1990 年和 2021 年我国归因于低体力活动的结直肠癌疾病负担
Table 1 Burden of CRC attributable to low physical activity in China, 1990 and 2021

指标	1990 年			EAPC (%)
	全人群	男	女	
死亡				
死亡数(95% UI)	5 735(3 369 ~ 8 371)	2 219(1 248 ~ 3 598)	3 515(1 965 ~ 5 226)	
粗死亡率(1/10 万,95% CI)	0.78(0.46 ~ 1.14)	0.59(0.33 ~ 0.96)	0.99(0.55 ~ 1.47)	
标化死亡率(1/10 万,95% CI)	0.93(0.55 ~ 1.36)	0.87(0.46 ~ 1.41)	1.00(0.56 ~ 1.52)	
DALY				
DALY 数(人年,95% UI)	128 353(74 847 ~ 188 832)	49 988(26 889 ~ 81 669)	78 364(42 820 ~ 119 872)	
粗 DALY 率(1/10 万,95% CI)	17.55(10.23 ~ 25.82)	13.31(7.16 ~ 21.75)	22.02(12.03 ~ 33.68)	
标化 DALY 率(1/10 万,95% CI)	17.12(10.06 ~ 24.93)	14.98(8.35 ~ 23.75)	19.38(11.00 ~ 29.15)	
指标	2021 年			EAPC (%)
	全人群	男	女	
死亡				
死亡数(95% UI)	16 698(10 065 ~ 24 626)	8 205(4 356 ~ 13 220)	8 493(4 654 ~ 12 937)	3.52(3.33 ~ 3.71) ^a
粗死亡率(1/10 万,95% CI)	1.53(0.92 ~ 2.26)	1.49(0.79 ~ 2.41)	1.58(0.86 ~ 2.40)	2.22(2.03 ~ 2.40) ^a
标化死亡率(1/10 万,95% CI)	0.87(0.53 ~ 1.29)	1.00(0.52 ~ 1.63)	0.79(0.43 ~ 1.21)	-0.21(-0.43 ~ -0.01)
DALY				
DALY 数(人年,95% UI)	320 464(192 275 ~ 474 070)	158 529(85 034 ~ 260 729)	161 935(87 686 ~ 246 899)	2.99(2.78 ~ 3.20) ^a
粗 DALY 率(1/10 万,95% CI)	29.44(17.67 ~ 43.55)	28.85(15.48 ~ 47.45)	30.04(16.27 ~ 45.81)	1.71(1.56 ~ 1.86) ^a
标化 DALY 率(1/10 万,95% CI)	15.63(9.47 ~ 22.88)	17.04(8.99 ~ 27.15)	14.79(8.04 ~ 22.44)	-0.29(-0.47 ~ -0.11) ^a

注:UI: 不确定区间(uncertainty interval); CI: 置信区间(confidence interval); a: $P < 0.05$ 。

2.2 1990—2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 疾病负担 Joinpoint 分析 本研究运用 Joinpoint 分析 1990—2021 年我国归因低体力活动的结直肠癌疾病负担。结果显示,全人群死亡率和 DALY 率缓升,死亡率 AAPC 为 2.22% ($P < 0.05$),DALY 率 AAPC 为 1.71% ($P < 0.05$)。2014—2021 年间,死亡率增长最为显著,APC 为 4.88%;2015—2021 年间,DALY 率增

长最为明显,APC 为 4.91%。男女趋势与全人群相似,女性死亡率和 DALY 率高于男性。全人群标化死亡率存在一定波动,AAPC = -0.21% ($P > 0.05$);男性标化死亡率微弱增长,女性标化死亡率在 1990—2014 年连续下降。标化 DALY 率与标化死亡率趋势相似(AAPC = -0.29%, $P < 0.05$),全人群和女性波动下降,男性波动上升。见表 2。



注:柱状图:死亡数/DALY 数;折线图:死亡率/DALY 率。

图 1 1990 年和 2021 年我国不同年龄段归因于低体力活动的结直肠癌疾病负担 (A) 1990 年死亡数和死亡率 (B) 1990 年 DALY 数和 DALY 率 (C) 2021 年死亡数和死亡率 (D) 2021 年 DALY 数和 DALY 率

Fig. 1 Age-specific burden of CRC attributable to low physical activity in China in 1990 and 2021 (A) Deaths and mortality rates, 1990 (B) DALYs and rates, 1990 (C) Deaths and mortality rates, 2021 (D) DALYs and rates, 2021

表 2 1990—2021 年我国归因于低体力活动的结直肠癌疾病负担 Joinpoint 分析

Table 2 Joinpoint regression analysis of burden of CRC attributable to low physical activity in China, 1990–2021

趋势分段	全人群		女		男	
	时期(年)	APC	时期(年)	APC	时期(年)	APC
死亡率						
1	1990—1997	0.49 ^a	1990—1997	0.19 ^a	1990—1994	0.46 ^a
2	1997—2004	2.29 ^a	1997—2004	1.37 ^a	1994—1999	1.97 ^a
3	2004—2007	-0.63	2004—2007	-1.25	1999—2004	3.90 ^a
4	2007—2011	3.18 ^a	2007—2011	1.49 ^a	2004—2007	-0.17
5	2011—2014	1.62 ^a	2011—2014	0.26	2007—2010	5.57 ^a
6	2014—2021	4.88 ^a	2014—2021	4.98 ^a	2010—2015	3.63 ^a
7					2015—2021	4.86 ^a
DALY 率						
1	1990—1997	-0.39 ^a	1990—1997	-0.61 ^a	1990—1995	-0.23 ^a
2	1997—2004	1.42 ^a	1997—2004	0.57 ^a	1995—1999	1.06 ^a
3	2004—2007	-0.82	2004—2007	-1.42 ^a	1999—2004	2.97 ^a
4	2007—2015	2.42 ^a	2007—2014	0.65 ^a	2004—2007	-0.39
5	2015—2021	4.91 ^a	2014—2021	4.60 ^a	2007—2011	4.88 ^a
6					2011—2015	3.42 ^a
7					2015—2021	4.90 ^a
标化死亡率						
1	1990—1999	-0.61 ^a	1990—2005	-0.75 ^a	1990—1999	-0.18 ^a
2	1999—2004	0.50 ^a	2005—2008	-2.75 ^a	1999—2004	2.05 ^a
3	2004—2007	-2.57 ^a	2008—2011	-0.19	2004—2007	-2.13 ^a

(续表)

趋势分段	全人群		女		男	
	时期(年)	APC	时期(年)	APC	时期(年)	APC
4	2007—2011	0.68	2011—2014	-2.99 ^a	2007—2011	1.92 ^a
5	2011—2014	-1.73 ^a	2014—2021	0.99 ^a	2011—2014	-0.61
6	2014—2021	0.97 ^a			2014—2021	0.88 ^a
标化 DALY 率						
1	1990—1999	-1.07 ^a	1990—2005	-1.15 ^a	1990—1999	-0.71 ^a
2	1999—2004	0.12	2005—2008	-2.65 ^a	1999—2004	1.56 ^a
3	2004—2007	-2.51 ^a	2008—2011	-0.30	2004—2007	-2.05 ^a
4	2007—2011	0.77 ^a	2011—2014	-2.61 ^a	2007—2011	2.25 ^a
5	2011—2014	-1.31 ^a	2014—2021	1.14 ^a	2011—2015	0.15
6	2014—2021	1.24 ^a			2015—2021	1.40 ^a

注:a: $P < 0.05$ 。

2.3 1990—2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 死亡率年龄 - 时期 - 队列分析 本研究通过年龄 - 时期 - 队列模型剖析我国归因于低体力活动的 CRC 死亡率的年龄、时期和队列效应。年龄效应上, 全人群死亡风险随年龄显著递增, 25 ~ 29 岁组风险最低 ($RR = 0.04$), 90 ~ 94 岁组最高 ($RR = 10.75$)。时期效应显示, 死亡风险随时间单调上升, 1990—1994 年

风险最低 ($RR = 0.69$), 2020—2021 年最高 ($RR = 1.59$)。队列效应表明, 死亡风险随出生队列后移递减, 1895—1899 年组 ($RR = 5.23$) 风险高, 1995—1999 年组 ($RR = 0.25$) 风险低。男性和女性的年龄、时期和队列效应与全人群相近, 性别差异不明显。见图 2。

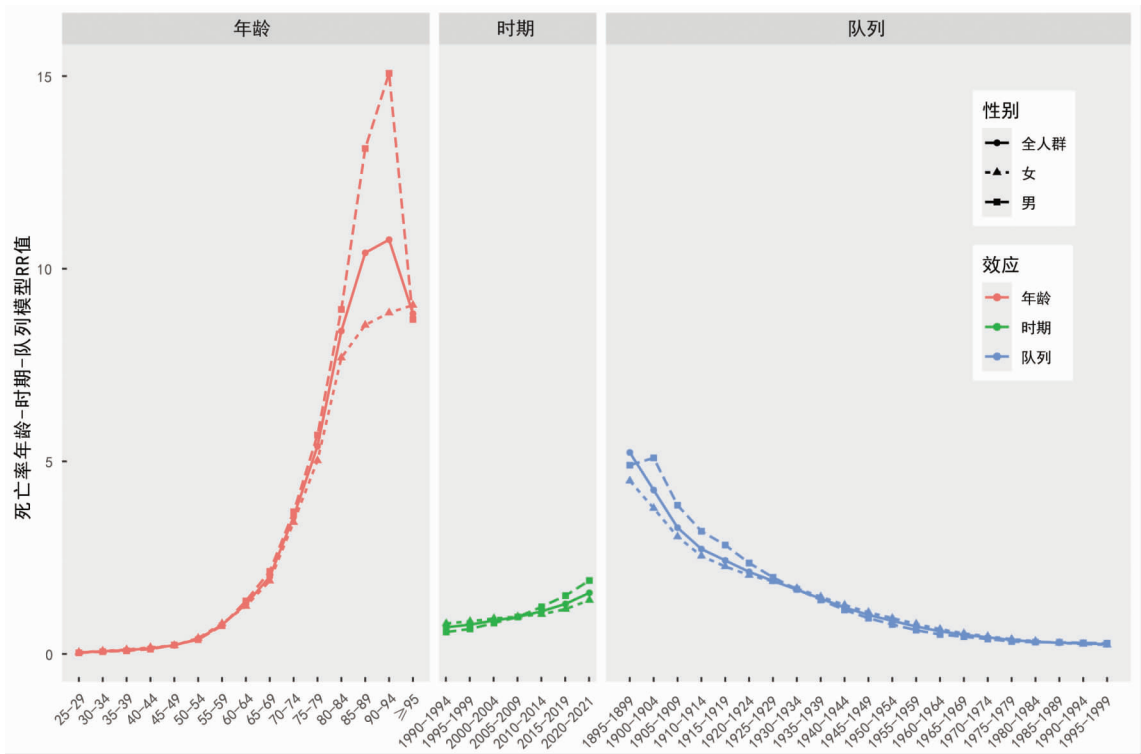


图 2 1990—2021 年我国归因于低体力活动的结直肠癌死亡率年龄 - 时期 - 队列模型 RR 值

Fig. 2 RR of Age - period - cohort model for CRC mortality attributable to low physical activity in China, 1990 - 2021

2.4 2022—2030 年我国归因于低体力活动的 CRC 疾病负担 ARIMA 分析 将 1990—2021 年我国归因于低体力活动的 CRC 死亡及 DALY 数据转化为时间序列, 经检验, 原始序列非平稳, 差分处理后实现平稳

化。Ljung - Box 检验显示残差序列为白噪声, 无自相关性, 模型拟合良好, 可有效预测 2022—2030 年疾病负担。结果表明, 相关死亡数、DALY 数、死亡率和 DALY 率将显著上升, 死亡数从 2022 年的 17 387 例

增至 2030 年的 22 896 例, DALY 数从 333 808 人年升至 440 555 人年, 死亡率从 1.59/10 万升至 2.08/10 万, DALY 率从 30.62/10 万升至 40.01/10 万。标化

死亡率稳定在 0.87/10 万左右, 标化 DALY 率持续增长, 从 15.70/10 万增至 16.33/10 万。见图 3。

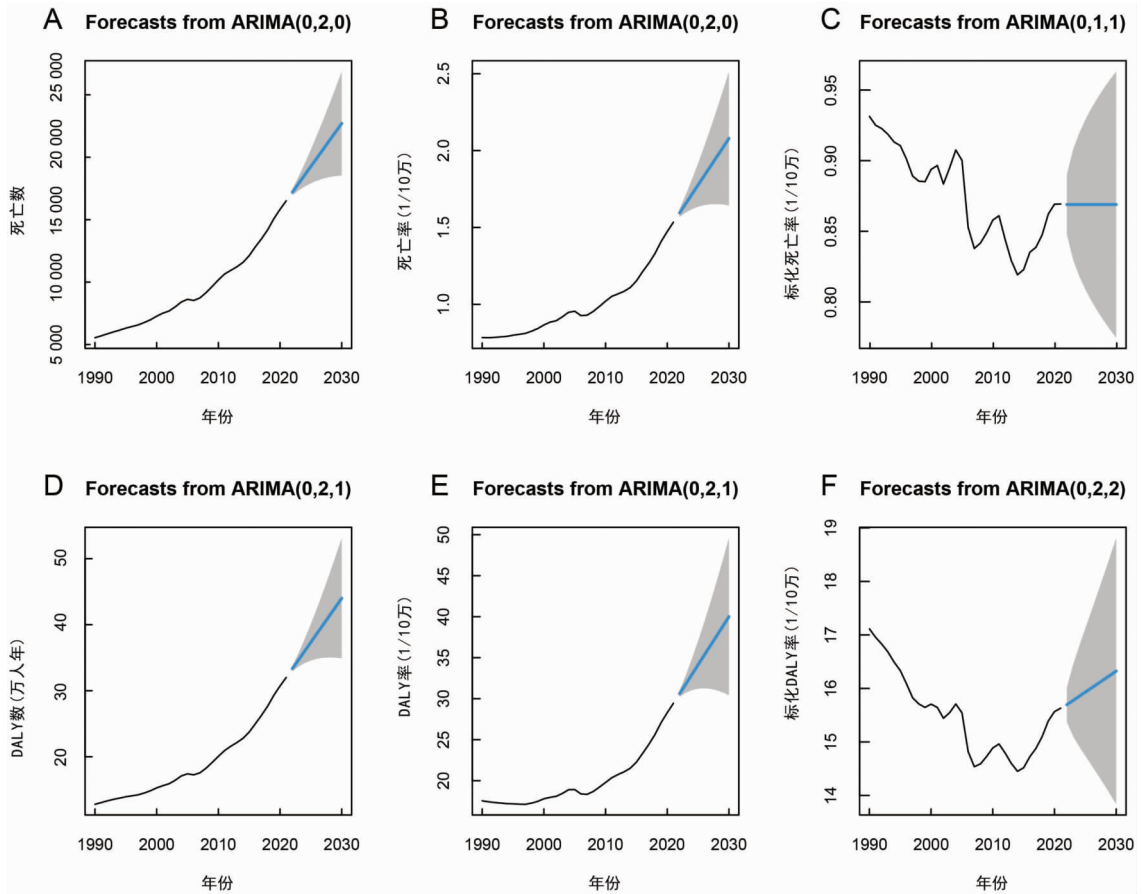


图 3 1990—2030 年我国归因于低体力活动的结直肠癌疾病负担情况 (A) 死亡数 (B) 死亡率 (C) 标化死亡率 (D) DALY 数 (E) DALY 率 (F) 标化 DALY 率

Fig. 3 Burden of CRC Attributable to low physical activity in China, 1990 - 2030 (A) Deaths (B) Mortality Rate (C) Age - Standardized Mortality Rate (D) DALYs (E) DALY Rate (F) Age - Standardized DALY Rate

3 讨论

随着我国经济发展, 居民生活方式巨变, 不良生活方式深入影响我国癌症谱的发展。本研究基于 GBD 2021 数据, 剖析了 1990—2021 年我国归因低体力活动的 CRC 疾病负担变化趋势。结果显示, 期间负担显著加重, 死亡数从 5 735 例增至 16 698 例, DALY 数从 128 353 人年升至 320 464 人年。Joinpoint 分析表明, 死亡率和 DALY 率上升, 特定时段更明显, 且男性负担重于女性。年龄 - 时期 - 队列分析指出, 年龄、时期效应显著, 死亡风险随年龄增长和时期推移而上升, 队列效应则表现为晚生队列风险更低。ARIMA 模型预测, 未来该疾病负担的死亡数、DALY 数、率等仍将持续加重。

率和 DALY 率持续攀升, 根源在于居民体力活动水平普遍下降。在我国社会转型阶段, 居民体力活动模式发生了结构性变迁。截至 2024 年末, 我国城镇化率达 67%, 传统劳动逐渐被机械化生产替代。职业结构呈现“白领化”趋势, 1990—2015 年间, 常规体力劳动比例从 57% 降至 32%, 脑力工作和不工作比例分别从 8%、16% 升至 19%、31%^[11]。非体力劳动型工作的典型特征之一为久坐, 久坐行为增多显著提升 CRC 风险, 有研究表明, 久坐且低体力活动人群患 CRC 风险增加 49%^[12]。数据显示, 我国居民日均中高强度体力活动时间仅 34.78 分钟, 43.2% 的居民未达标^[3]。生活方式干预是最有效、最经济的疾病预防手段, 改善居民体力活动水平对降低 CRC 负担迫在眉睫。

我国归因于低体力活动的 CRC 疾病负担存在性

近三十年, 我国归因于低体力活动的 CRC 死亡

别差异,男性稍重于女性^[13]。1990—2021 年,尽管初期女性死亡率和 DALY 率高于男性,但男性两项指标增长迅猛,差距不断缩小。具体数据显示,性标化死亡率和标化 DALY 率分别增长 14.94%、13.75%,而女性分别下降 26.58%、23.68%。早期女性主要承担家务等低体力活动工作,且医疗资源可及性较差,导致其死亡率和 DALY 率高于男性。随着社会变迁,男性工作模式转变剧烈,工作逐渐转向久坐模式,体力活动骤减,疾病负担加速上升。这一性别差异表明,未来防控需针对不同性别施策,如对男性加强工作场所健康干预,鼓励工间活动。

年龄效应显示,我国归因于低体力活动的 CRC 死亡风险随年龄增长而上升^[14]。不同年龄段的死亡风险差异较大,90~94 岁人群死亡风险是 25~29 岁的 268.75 倍。这种增长趋势主要归因于两方面因素:一方面,年龄增长导致生理机能衰退,肠道功能减弱,细胞修复能力下降,癌变风险增加^[15]。另一方面,体力活动减少,肠道蠕动变缓,加之饮食结构不合理,共同推高死亡风险。值得关注的是,死亡风险在 90~94 岁达峰后降低,这或因高龄人群中其他致命疾病高发,在 CRC 致命前致患者死亡,掩盖了 CRC 致死作用^[16]。由此可见,中老年是我国未来 CRC 死亡控制的重点人群。

时期效应显示,我国归因于低体力活动的 CRC 死亡风险随时间单调上升,死亡风险 RR 值从 0.69 升至 1.59,2020—2021 年风险是 1990—1994 年的 2.3 倍,态势明显。背后成因多元:一是居民体力活动大幅减少,饮食结构恶化,加工食品、高脂高糖食物摄入增加,膳食纤维不足,肠道微生态失衡^[17]。二是人口老龄化加剧,老年群体对疾病抵抗力弱,受低体力活动影响,CRC 死亡风险升高。ARIMA 模型预测,2022—2030 年我国死亡数、死亡率、DALY 数和 DALY 率将继续升高。未来人工智能与智能服务设备的普及可能进一步削弱民众运动意愿,加剧健康行为危机。鉴于时期效应分析及预测模型显示的紧迫态势,需构建政府主导、多部门协同、全民参与的防控体系,切实保障公众健康。

队列效应显示,我国归因于低体力活动的 CRC 死亡风险随出生队列推进显著降低。不同队列死亡风险 RR 值在 0.25~5.23 间波动,1895—1899 年出生队列风险是 1995—1999 年的 20.93 倍。这一趋势主要得益于社会环境与医疗条件的发展。随着社会的发展,学校与社区普及健康知识,使年轻出生队列接受更多更系统的健康理念;城市规划优化,运动设施增多,促进体力活动达标率提高。研究证实,每周 17.5~35MET 小时活动可降低 30%~40% CRC 死亡

率^[18]。同时,医疗技术进步显著,CRC 早筛手段愈发精准、普及,如肠镜检查的推广助力疾病早诊早治;新型治疗药物与方案不断涌现,为 CRC 治疗提供了更有效保障^[19]。因此,持续降低 CRC 死亡负担,需强化疾病知识普及与扩大早筛覆盖面。

本研究存在一定局限性:其一,数据源自 GBD 2021 数据库,该库对疾病负担指标采用建模估算,与实际或有偏差,可能影响研究结果。其二,数据库按国家分类展示数据,本研究仅于国家层面剖析疾病负担现状与趋势,未涉及地区或省级等更细化的流行病学分析。其三,本研究属人群层面的生态学研究,采用年龄-时期-队列模型易产生生态学偏倚。

综上,本研究结果显示 1990—2021 年我国归因于低体力活动的结直肠癌疾病负担呈上升趋势,且存在性别差异。其死亡风险存在明显的年龄、时期、队列效应,未来疾病负担将持续加重。在生活方式医学逐渐兴起的背景下^[20],本研究将为政策制定者提供决策依据,助力实现《"健康中国 2030"规划纲要》癌症防治目标,引导医疗资源合理分配,提升全民健康水平。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 李娟娟,张新闻,陈晓云,等. 1990 和 2019 年中国与全球结直肠癌疾病负担和危险因素比较分析[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2022,29(18):1317-1322.
Li JJ, Zhang XW, Chen XY, et al. Comparative analysis of disease burden and risk factors of colon and rectum cancer between China and the World in 1990 and 2019 [J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2022, 29(18): 1317-1322. (In Chinese)
- [2] 李建,张尧,胡登敏,等. 1990-2019 年中国人群早发性结直肠癌疾病负担及变化趋势分析[J]. 现代预防医学,2022,49(19): 3468-3473.
Li J, Zhang Y, Hu DM, et al. Disease burden and its time trends of early-onset colorectal cancer in China, 1990-2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(19): 3468-3473. (In Chinese)
- [3] 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 Weekly, 2025, 7(1): 15-20.
- [4] 杨珂佳,张有福. 基于 Meta 分析结直肠癌发病及预防的影响因素[J]. 中医临床研究,2023,15(22):23-32.
Yang KJ, Zhang YF. A Meta-analysis of factors influencing the incidence and prevention of colorectal cancer [J]. Clinical Journal of Chinese Medicine, 2023, 15(22): 23-32. (In Chinese)
- [5] Markozannes G, Becerra-Tomás N, Cariouliou M, et al. Post-diagnosis physical activity and sedentary behaviour and colorectal cancer prognosis: A Global Cancer Update Programme (CUP Global) systematic literature review and meta-analysis [J]. International Journal of Cancer. Journal International du Cancer,

- 2024, 155(3): 426–444.
- [6] Lewandowska A, Rudzki G, Lewandowski T, et al. Risk factors for the diagnosis of colorectal cancer[J]. *Cancer Control*, 2022, 29: 10732748211056692.
- [7] Larson EA, Dalamaga M, Magkos F. The role of exercise in obesity – related cancers: Current evidence and biological mechanisms [J]. *Seminars in Cancer Biology*, 2023, 91: 16–26.
- [8] Man JY, Zhang TC, Yin XL, et al. Spatiotemporal trends of colorectal cancer mortality due to low physical activity and high body mass index from 1990 to 2019: a global, regional and National analysis[J]. *Frontiers in Medicine*, 2021, 8: 800426.
- [9] 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 in 1990 and 2019[J]. *South China Journal of Preventive Medicine*, 2023, 49(10): 1294–1297. (In Chinese)
- [10] Institute for Health Metrics and Evaluation. GBD results[EB/OL]. [2025–05–04]. <https://vizhub.healthdata.org/gbd–results>.
- [11] Ge P, Sun WK, Zhao Z. Employment structure in China from 1990 to 2015[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2021, 185: 168–190.
- [12] An S, Park S. Association of physical activity and sedentary behavior with the risk of colorectal cancer[J]. *Journal of Korean Medical Science*, 2022, 37(19): e158.
- [13] 王丽菲, 刘珊山, 罗龙龙, 等. 1990—2019 年中国归因于饮酒的结直肠癌疾病负担变化及未来趋势预测[J]. *现代预防医学*, 2024, 51(15): 2707–2712, 2736.
- Wang LF, Liu SS, Luo LL, et al. Changes in the disease burden of colorectal cancer attributed to alcohol consumption from 1990 to 2019 and projections of future trends [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2024, 51(15): 2707–2712, 2736. (In Chinese)
- [14] 李球杰, 王晓东. 1990—2019 年全球归因于低体力活动心血管疾病负担及变化趋势[J]. *现代预防医学*, 2023, 50(19): 3487–3494.
- Li QJ, Wang XD. Disease burden and changing trend of CVD attributed to low physical activity from 1990 to 2019[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(19): 3487–3494. (In Chinese)
- [15] Li YN, Zhao YH, Gao Y, et al. Age – related macrophage alterations are associated with carcinogenesis of colorectal cancer [J]. *Carcinogenesis*, 2022, 43(11): 1039–1049.
- [16] Zhang TL, Zhu HX, Hu HJ, et al. Cardiovascular – specific mortality and risk factors in colorectal Cancer patients: A cohort study based on registry data of over 500,000 individuals in the US [J]. *Preventive Medicine*, 2024, 179: 107796.
- [17] Munteanu C, Schwartz B. Interactions between Dietary Antioxidants, Dietary Fiber and the Gut Microbiome: Their Putative Role in Inflammation and Cancer [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2024, 25(15): 8250.
- [18] Hong J, Park J. Systematic review: recommendations of levels of physical activity among colorectal cancer patients (2010–2019) [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(6): 2896.
- [19] Chan SCH, Liang JQ. Advances in tests for colorectal cancer screening and diagnosis [J]. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 2022, 22(4): 449–460.
- [20] 胡盛寿. 实施健康优先发展战略, 推动生活方式医学发展[J]. *中国循环杂志*, 2025, 40(1): 1–5.
- Hu SS. Implementing the health – first strategy, promoting the development of lifestyle medicine in China[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2025, 40(1): 1–5. (In Chinese)

收稿日期: 2025-03-02

(上接第 2125 页)

- [22] Mori M, Krumholz HM, Allore HG. Using latent class analysis to identify hidden clinical phenotypes[J]. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*, 2020, 324(7): 700–701.
- [23] Aflaki K, Vigod S, Ray JG. Part I: A friendly introduction to latent class analysis[J]. *Journal of Clinical Epidemiology*, 2022, 147: 168–170.
- [24] Newman M, Donahue HJ, Neigh GN. Connecting the dots: sex, depression, and musculoskeletal health [J]. *Journal of Clinical Investigation*, 2024, 134(18): e180072.
- [25] Wang S, Xiao WY, Duan ZW, et al. Depression heightened the association of the systemic immune – inflammation index with all – cause mortality among osteoarthritis patient[J]. *Journal of Affective Disorders*, 2024, 355: 239–246.
- [26] Chuang CS, Yang TY, Muo CH, et al. Hyperlipidemia, statin use and the risk of developing depression: a nationwide retrospective cohort study[J]. *General Hospital Psychiatry*, 2014, 36(5): 497–501.
- [27] Nerurkar L, Siebert S, McInnes IB, et al. Rheumatoid arthritis and depression: an inflammatory perspective [J]. *The Lancet. Psychiatry*, 2019, 6(2): 164–173.
- [28] 徐莉, 葛晶, 于鹏, 等. 中国老年人慢性病及共病模式变化研究: 基于中国健康与养老追踪调查数据[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(11): 1296–1302.
- Xu L, Ge J, Yu P, et al. Shifts in chronic disease and comorbidity patterns among Chinese older adults: an analysis based on the China health and retirement longitudinal study [J]. *Chinese General Practice*, 2024, 27(11): 1296–1302. (In Chinese)
- [29] Lubner MP, Hollenberg JP, Williams – Russo P, et al. Diagnosis, treatment, comorbidity, and resource utilization of depressed patients in a general medical practice[J]. *International Journal of Psychiatry in Medicine*, 2000, 30(1): 1–13.
- [30] Chang CK, Hayes RD, Broadbent M, et al. All – cause mortality among People with serious mental illness (SMI), substance use disorders, and depressive disorders in southeast London: a cohort study[J]. *BMC Psychiatry*, 2010, 10: 77.
- [31] Gallo JJ, Hwang S, Joo JH, et al. Multimorbidity, depression, and mortality in primary care: randomized clinical trial of an Evidence – Based depression care management program on mortality risk[J]. *Journal of General Internal Medicine*, 2016, 31(4): 380–386.

收稿日期: 2024-12-22