

不同肥胖指标对不同性别人群结直肠癌的预测价值

马超^{1,2} 李佳兴^{1,2} 刘款^{1,2} 王万超¹ 田园¹ 姜泰先² 董智刚¹ 韦稳强¹ 吴寿岭³
刘四清¹

¹华北理工大学附属医院肝胆胰外科一科,河北唐山 063000;²华北理工大学研究生院,河北唐山 063000;³华北理工大学附属开滦总医院健康保健中心,河北唐山 063000

通信作者:刘四清,Email:siqingliu@163.com

【摘要】 目的 探讨不同肥胖指标对不同性别人群结直肠癌发病风险的预测价值。**方法** 本研究为观察性研究,研究人群来源于开滦研究(注册号:ChiCTR-TNC-11001489)。2006年7月至2007年10月期间,开滦总医院及其10家附属医院共对101 510名在职和退休员工进行健康体检,包括消化道疾病的检查、血液学检测以及问卷调查等,排除资料不完整者,共93 606人纳入本次研究,分为男性(74 852人)和女性(18 754人)两组。通过每2年1次的体检和问卷调查收集结直肠癌的发病情况。每位参与者的随访时间从问卷调查时开始,在确诊结直肠癌、死亡或至2021年12月31日时随访终止。用四分位数分别将体质指数(BMI)、腰围、腰臀比和腰高比分为4组(Q1、Q2、Q3、Q4),并以Q1为对照组。调整年龄、总胆固醇、甘油三酯、糖尿病、高血压、是否吸烟、饮酒状况以及体育锻炼等传统危险因素,采用Cox回归模型计算BMI、腰围、腰臀比以及腰高比与男性和女性人群结直肠癌发病率的相关性。**结果** 全组患者年龄(51±12)岁,BMI为(25.06±3.49) kg/m²,腰围为(86.94±9.97) cm,臀围为(97.30±8.81) cm,腰臀比为0.89±0.07,腰高比为0.52±0.06。女性BMI、腰围、腰臀比和腰高比均明显低于男性,差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。全组受试者随访时间15.01(14.10±2.66)年,共发生结直肠癌718例,其中男性626例(0.83%),女性92例(0.49%)。基于男性人群的Cox比例风险模型结果显示,不同腰围男性患结直肠癌风险Q3组1.43倍(95%CI: 1.13~1.79, $P=0.003$)增长到Q4组1.45倍(95%CI: 1.14~1.82, $P=0.002$);不同腰臀比男性患结直肠癌风险由Q3组1.22倍(95%CI: 1.01~1.53, $P=0.007$)增长到Q4组1.43倍(95%CI: 1.14~1.79, $P=0.002$),不同腰高比男性患结直肠癌风险由Q3组1.37倍(95%CI: 1.08~1.74, $P=0.009$)增长到Q4组1.68倍(95%CI: 1.33~2.12, $P<0.001$)。基于女性人群的Cox比例风险模型结果显示,不同腰围女性患结直肠癌风险由Q2组时的2.37倍(95%CI: 1.20~4.67, $P=0.012$)增长到Q3组2.42倍(95%CI: 1.21~4.84, $P=0.013$),但在Q4组时为2.08倍(95%CI: 1.02~4.25, $P=0.043$),呈下降趋势。不同腰臀比女性患结直肠癌风险由Q2组(HR=2.20, 95%CI: 1.11~4.39, $P=0.024$)到Q3组(HR=2.89, 95%CI: 1.48~5.67, $P=0.002$)患结直肠癌风险呈明显增加趋势,但Q4组女性腰臀比差异未见统计学意义($P=0.074$)。不同腰高比女性中,Q2组(HR=2.30, 95%CI: 1.16~4.56, $P=0.017$)和Q4组(HR=2.64, 95%CI: 1.32~5.29, $P=0.006$)患结直肠癌风险也明显增加。不同BMI男性和女性人群患结直肠癌风险差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。**结论** 不论在男性人群还是女性人群中,腰围、腰臀比和腰高比均是相对于BMI能够更好地预测结直肠癌发生风险的肥胖指标。

【关键词】 结直肠肿瘤; 体质指数; 腰围; 腰臀比; 腰高比; 肥胖

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240624-00224

收稿日期 2024-06-24 本文编辑 王静

引用本文:马超,李佳兴,刘款,等.不同肥胖指标对不同性别人群结直肠癌的预测价值[J].中华胃肠外科杂志,2025,28(1):75-80. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240624-00224.



Predictive value of different obesity indicators for colorectal cancer in different sex populations

Ma Chao^{1,2}, Li Jiaxing^{1,2}, Liu Kuan^{1,2}, Wang Wanchao¹, Tian Yuan¹, Jiang Taixian², Dong Zhigang¹, Wei Wenqiang¹, Wu Shouling³, Liu Siqing¹

¹First Division of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Affiliated Hospital of North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, China; ²Graduate School, North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, China; ³Health Care Center, Affiliated Kailuan General Hospital of North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, China

Corresponding author: Liu Siqing, Email: siqingliu@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of different obesity indicators for colorectal cancer (CRC) risk in different gender populations. **Methods** This observational study was conducted within the Kailuan Study (Registration Number: ChiCTR-TNC-11001489). From July 2006 to October 2007, a total of 101,510 employed and retired individuals underwent health examinations, including gastrointestinal disease screening, hematological tests, and questionnaires, at Kailuan General Hospital and its 10 affiliated hospitals. After excluding those with incomplete data, 93,606 participants were included in this study and divided into male (74 852) and female (18 754) groups. CRC incidence was collected through physical examinations and questionnaires every two years. Each participant's follow-up period began at the time of the questionnaire and ended upon CRC diagnosis, death, or December 31, 2021. Body Mass Index (BMI), waist circumference, waist-to-hip ratio (WHR), and waist-to-height ratio (WHtR) were quartiled (Q1, Q2, Q3, Q4), with Q1 serving as the control group. After adjusting for traditional risk factors such as age, total cholesterol, triglycerides, diabetes, hypertension, smoking status, alcohol consumption, and physical exercise, Cox regression models were used to calculate the correlations between BMI, waist circumference, WHR, WHtR, and CRC incidence in both male and female populations. **Results** The age of all patients was (51±12) years, BMI was (25.06±3.49) kg/m², waist circumference was (86.94±9.97) cm, hip circumference was (97.30±8.81) cm, WHR was 0.89±0.07, and WHtR was 0.52±0.06. Female participants had significantly lower BMI, waist circumference, WHR, and WHtR compared to males, with statistically significant differences (all $P<0.05$). The mean follow-up duration for all participants was 15.01 (14.10±2.66) years, during which 718 CRC cases were identified, including 626 males (0.83%) and 92 females (0.49%). Cox proportional hazards models for males showed that CRC risk increased with waist circumference from Q3 (HR=1.43, 95%CI: 1.13-1.79, $P=0.003$) to Q4 (HR=1.45, 95%CI: 1.14-1.82, $P=0.002$). Similarly, CRC risk increased with WHR from Q3 (HR=1.22, 95%CI: 1.01-1.53, $P=0.007$) to Q4 (HR=1.43, 95%CI: 1.14-1.79, $P=0.002$) and with WHtR from Q3 (HR=1.37, 95%CI: 1.08-1.74, $P=0.009$) to Q4 (HR=1.68, 95%CI: 1.33-2.12, $P<0.001$). For females, CRC risk increased with waist circumference from Q2 (HR=2.37, 95%CI: 1.20-4.67, $P=0.012$) to Q3 (HR=2.42, 95%CI: 1.21-4.84, $P=0.013$) but decreased in Q4 (HR=2.08, 95%CI: 1.02-4.25, $P=0.043$). CRC risk increased significantly with WHR from Q2 (HR=2.20, 95%CI: 1.11-4.39, $P=0.024$) to Q3 (HR=2.89, 95%CI: 1.48-5.67, $P=0.002$) in females but was not statistically significant in Q4 ($P=0.074$). Among females, CRC risk also increased significantly with WHtR in Q2 (HR=2.30, 95% CI: 1.16-4.56, $P=0.017$) and Q4 (HR=2.64, 95%CI: 1.32-5.29, $P=0.006$). There were no statistically significant differences in CRC risk associated with BMI in either male or female populations (both $P>0.05$). **Conclusion** Waist circumference, WHR, and WHtR were better predictors of CRC risk than BMI in both male and female populations.

【Key words】 Colorectal neoplasms; Body mass index; Waist circumference; Waist-to-hip ratio; Waist-to-height ratio

结直肠癌是全球男性中第三大最常见的癌症和全球女性中第二大最常见的癌症,并且发病率仍在增加^[1-2]。越来越多的证据表明,肥胖是癌症的一个重要危险因素,尤其是结直肠癌的发生率^[3]。目前,体质指数(body mass index, BMI)仍然是世界范围内最常用的肥胖指标。研究表明, BMI 与各种类型癌症的风险呈正相关^[4-5]。也有研究显示,腰围是结直肠癌的一个比 BMI 更强的危险因素,提示

腹部肥胖比整体肥胖更容易导致结直肠癌^[6-9]。然而, BMI 并不能代表脂肪^[10];腰围也并不能区分皮下脂肪和内脏脂肪^[11]。因此人们开始关注肥胖的其他指标。流行病学数据显示,肥胖对男性和女性的结直肠癌发病风险并不相同^[12]。本研究的目的在于通过开滦研究数据,研究人体测量的不同肥胖指标(BMI、腰围、腰臀比和腰高比)对不同性别人群结直肠癌的预测风险。

资料与方法

一、研究对象

本研究为观察性研究,研究人群来源于开滦研究(注册号:ChiCTR-TNC-11001489)。既往文献已对开滦研究进行介绍^[13]。

纳入标准:(1)2006 年 7 月至 2007 年 10 月期间首次参加健康体检的开滦职工(包含退休职工)。(2)签署知情同意书。

排除标准:(1)有恶性肿瘤病史;(2)未完成随访;(3)体质指数、腰围、臀围和身高缺失;(4)基线数据不全。

2006 年 7 月至 2007 年 10 月期间,在开滦总医院及其 10 家附属医院共对 101 510 名在职和退休员工进行健康体检,包括消化道疾病的检查、血液学检测以及问卷调查等。根据以上标准,排除有恶性肿瘤病史 377 人,排除 BMI、腰围、臀围和身高缺失者 3 148 人,排除基线数据缺乏者 4 379 人,最终纳入本次研究共 93 606 人,分为男性(74 852 人)和女性(18 754 人)两组,随访不同性别人群的结直肠癌发生情况。

二、观察指标和评价标准

患者均由经过培训的专业人员进行基本信息采集及流行病学问卷调查。收集参与者基本信息包括:年龄、性别、身高、体质量、BMI、腰围、臀围、收缩压、舒张压、结直肠癌遗传史、吸烟、饮酒、体育锻炼等。本研究包含 4 个观察指标:(1)BMI 是以体质量(kg)除以身高(m)的平方计算;(2)腰围(cm)是用卷尺测量的,在最低肋骨和骨盆之间,在呼气的位置测量;(3)腰臀比是腰围(cm)除以臀围(cm);(4)腰高比是腰围(cm)除以身高(cm)。4 个观察指标均按其四分位数分为 4 组(Q1、Q2、Q3、Q4),并以 Q1 为对照组。高血压诊断标准按照世界卫生组织规定:收缩压 140 mmHg 和(或)舒张压 90 mmHg,既往诊断为高血压,已服用或正在服用降压药。吸烟被定义为平均每天至少吸 1 支烟且持续至少 1 年。饮酒状态定义为每天 100 ml(酒精含量>50%)酒精超过 1 年。运动定义为每周 3 次,每次持续至少 30 min。

三、随访方式

每位参与者的随访时间从问卷调查时开始,并在发生以下任何事件时终止:确诊结直肠癌、死亡或随访结束(2021 年 12 月 31 日)。每 2 年对参与者

进行 1 次体检和问卷调查。另外,通过检查开滦总医院及其 10 家接受治疗的附属医院的出院总结,进一步筛选结直肠癌和与结直肠癌无关的死亡病例。此外,还需审查唐山市医疗保险系统相关的医疗记录和开滦社会保障系统的死亡证明进行核验。结直肠癌病例按照国际疾病分类第十版(ICD-10)进行编码,编码为 C18-C20。

四、统计学方法

数据分析应用 SAS 9.4 统计学软件进行。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用方差分析。偏态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用非参数 Kruskal-Wallis 检验。计数资料用频数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。随访时间从参与者体检开始,直至发病、确诊、死亡或随访时间结束(2021 年 12 月 31 日)。采用 Cox 比例风险模型计算结直肠癌的风险比(hazard ratio, HR)及其 95%CI,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。校正因素:调整了年龄、总胆固醇、甘油三酯、糖尿病(是/否)、高血压(是/否)、当前吸烟者(是/否)、饮酒状况(是/否)、体育锻炼。按 4 个观察指标的四分位数,男性和女性分别进行分析及分组。

结 果

一、不同性别受试者的基线资料比较

男性和女性基线资料的比较,除总胆固醇之外,其他基线数据差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 1。女性的体质指数、腰围、腰臀比和腰高比均明显低于男性,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

二、不同受试者结直肠癌的发病情况

全组受试者随访时间 15.01(14.10 $\pm$ 2.66)年,共发生结直肠癌 718 例,其中男性 626 例(0.85%),女性 92 例(0.49%)。分别对男性和女性的 BMI、腰围、腰臀比以及腰高比与新发结直肠癌风险进行 Cox 比例风险回归模型分析。

1. 男性人群:Cox 比例风险模型结果显示,男性人群在调整了年龄、总胆固醇、甘油三酯、糖尿病、高血压、当前吸烟者、饮酒状况、体育锻炼等传统危险因素后,不同腰围男性患结直肠癌风险 Q3 组 1.43 倍(95%CI: 1.13~1.79)增长到 Q4 组 1.45 倍(95%CI: 1.14~1.82)。不同腰臀比男性患结直肠癌风险由 Q3 组 1.22 倍(95%CI: 1.01~1.53)增长到 Q4 组 1.43 倍(95%CI: 1.14~1.79)不同腰高比男性患结直肠癌风险由 Q3 组 1.37 倍(95%CI: 1.08~1.74)增

表 1 开滦队列基线资料以及男性与女性基线特征的比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	甘油三酯 (mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	总胆固醇 (mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	空腹血糖 (mmol, $\bar{x}\pm s$)	C 反应蛋白 (mg/L, $\bar{x}\pm s$)	高密度脂 蛋白胆固醇 (mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	收缩压 (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	舒张压 (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	婚姻状况(已 婚, 例(%))	饮酒 [例(%)]
总体	93 606	51 $\pm$ 12	1.68 $\pm$ 1.38	4.95 $\pm$ 1.15	5.48 $\pm$ 1.68	2.26 $\pm$ 6.08	1.55 $\pm$ 0.40	131.07 $\pm$ 21.06	83.61 $\pm$ 11.78	88 325(94.4)	16 845(18.0)
男性	74 852	52 $\pm$ 13	1.73 $\pm$ 1.43	4.94 $\pm$ 1.17	5.52 $\pm$ 1.69	2.26 $\pm$ 6.34	1.54 $\pm$ 0.40	132.62 $\pm$ 20.75	84.62 $\pm$ 11.74	70 896(94.7)	16 754(22.4)
女性	18 754	49 $\pm$ 11	1.49 $\pm$ 1.16	4.98 $\pm$ 1.09	5.32 $\pm$ 1.64	2.25 $\pm$ 4.91	1.59 $\pm$ 0.40	124.87 $\pm$ 21.12	79.56 $\pm$ 11.03	17 429(92.9)	91(0.49)
统计值		$t=97.50$	$t=330.34$	$t=18.10$	$t=896.02$	$t=97.50$	$t=273.07$	$t=2\,075.95$	$t=2\,850.92$	$\chi^2=89.26$	$\chi^2=4\,872.84$
P 值		<0.001	<0.001	0.129	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	例数	吸烟 [例(%)]	报告收入 [≥ 800 元, 例(%)]	教育背景 [高中及以上, 例(%)]	久坐的生活 习惯[>8 h/d, 例(%)]	体育锻炼 [经常, 例(%)]	体质指数 (kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	腰围 (cm, $\bar{x}\pm s$)	臀围 (cm, $\bar{x}\pm s$)	腰臀比 ($\bar{x}\pm s$)	腰高比 ($\bar{x}\pm s$)
总体	93 606	29 078(31.1)	80 236(85.7)	18 546(19.8)	3 021(3.23)	14 685(15.7)	25.06 $\pm$ 3.49	86.94 $\pm$ 9.97	97.30 $\pm$ 8.81	0.89 $\pm$ 0.07	0.52 $\pm$ 0.06
男性	74 852	28 814(38.5)	64 411(86.1)	13 253(17.7)	2 316(3.09)	12 152(16.2)	25.16 $\pm$ 3.41	87.93 $\pm$ 9.53	97.58 $\pm$ 8.57	0.90 $\pm$ 0.07	0.52 $\pm$ 0.06
女性	18 754	264(1.41)	15 825(84.4)	5 293(28.2)	705(3.76)	2 533(13.5)	24.69 $\pm$ 3.80	83.01 $\pm$ 10.67	96.19 $\pm$ 9.63	0.86 $\pm$ 0.08	0.52 $\pm$ 0.07
统计值		$\chi^2=9\,632.30$	$\chi^2=34.13$	$\chi^2=1\,044.20$	$\chi^2=21.24$	$\chi^2=84.39$	$t=264.40$	$t=3\,801.37$	$t=372.20$	$t=4\,653.02$	$t=11.57$
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:统计学比较为男性与女性两组的比较

长到 Q4 组 1.68 倍(95%CI: 1.33~2.12)。不同 BMI 男性患结直肠癌风险差异并无统计学意义($P>0.05$), 见表 2。

表 2 男性体质指数、腰围、腰臀比以及腰高比与结直肠癌
Cox 比例风险模型

评价指标	事件数/ 组人数	β 值	Wald 值	HR 值	95%CI	P 值
体质指数(kg/m ²)						
Q1(<22.83)	149/18 716			1.00		
Q2($\geq 22.83\sim 25.01$)	145/18 768	-0.05	0.16	0.95	0.76~1.20	0.689
Q3($\geq 25.01\sim 27.34$)	176/18 726	0.14	1.57	1.15	0.92~1.44	0.210
Q4(≥ 27.34)	156/18 642	0.03	0.07	1.03	0.82~1.30	0.785
腰围(cm)						
Q1(<81.85)	127/18 713			1.00		
Q2($\geq 81.85\sim 88.00$)	137/18 678	0.07	0.35	1.08	0.84~1.37	0.554
Q3($\geq 88.00\sim 94.00$)	176/17 901	0.35	9.00	1.43	1.13~1.79	0.003
Q4(≥ 94.00)	186/19 560	0.37	9.81	1.45	1.14~1.82	0.002
腰臀比						
Q1(<0.86)	137/18 756			1.00		
Q2($\geq 0.86\sim 0.90$)	133/18 118	0.01	0.01	1.01	0.80~1.29	0.903
Q3($\geq 0.90\sim 0.94$)	168/19 143	0.20	2.87	1.22	1.01~1.53	0.007
Q4(≥ 0.94)	188/18 835	0.36	9.85	1.43	1.14~1.79	0.002
腰高比						
Q1(<0.48)	121/18 692			1.00		
Q2($\geq 0.48\sim 0.52$)	144/18 728	0.17	2.11	1.20	0.94~1.53	0.147
Q3($\geq 0.52\sim 0.55$)	165/18 724	0.31	6.78	1.37	1.08~1.74	0.009
Q4(≥ 0.55)	196/18 708	0.52	19.25	1.68	1.33~2.12	<0.001

注:校正因素包括年龄、总胆固醇、甘油三酯、糖尿病、高血压、吸烟状况、饮酒状况、体育锻炼、婚姻状况以及收入水平

2. 女性人群:Cox 比例风险模型结果显示,不同腰围女性患结直肠癌风险由 Q2 组时的 2.37 倍增长到 Q3 组 2.42 倍,但在 Q4 组时为 2.08 倍,呈下降趋势。不同腰臀比女性患结直肠癌风险由 Q2 组到

Q3 组患结直肠癌风险呈明显增加趋势,但 Q4 组女性腰臀比差异未见统计学意义($P>0.05$)。不同腰高比女性中 Q2 组和 Q4 组患结直肠癌风险也明显增加,且 Q4 组患癌风险(HR=2.64, 95%CI=1.32~5.29)明显大于 Q2 组(HR=2.30, 95%CI=1.16~4.56)。不同 BMI 女性患结直肠癌风险差异并无统计学意义($P>0.05$)。具体见表 3。

表 3 女性体质指数、腰围、腰臀比以及腰高比与结直肠癌
Cox 比例风险模型

评价指标	事件数/ 组人数	β 值	Wald 值	HR 值	95%CI	P 值
体质指数(kg/m ²)						
Q1(<22.03)	17/4 662			1.00		
Q2($\geq 22.03\sim 24.24$)	21/4 723	0.21	0.40	1.23	0.65~2.34	0.527
Q3($\geq 24.24\sim 26.91$)	26/4 680	0.43	1.80	1.53	0.82~2.86	0.180
Q4(≥ 26.91)	28/4 689	0.52	2.70	1.68	0.90~3.14	0.100
腰围(cm)						
Q1(<75.00)	12/4 695			1.00		
Q2($\geq 75.00\sim 82.00$)	29/4 824	0.86	6.23	2.37	1.20~4.67	0.012
Q3($\geq 82.00\sim 90.00$)	27/4 505	0.88	6.21	2.42	1.21~4.84	0.013
Q4(≥ 90.00)	24/4 730	0.73	4.06	2.08	1.02~4.25	0.043
腰臀比						
Q1(<0.81)	12/4 684			1.00		
Q2($\geq 0.81\sim 0.86$)	26/4 685	0.79	5.05	2.20	1.11~4.39	0.024
Q3($\geq 0.86\sim 0.91$)	33/4 701	1.06	9.61	2.89	1.48~5.67	0.002
Q4(≥ 0.91)	21/4 684	0.66	3.19	1.93	0.94~3.96	0.074
腰高比						
Q1(<0.47)	12/4 683			1.00		
Q2($\geq 0.47\sim 0.52$)	27/4 643	0.83	5.66	2.30	1.16~4.56	0.017
Q3($\geq 0.52\sim 0.56$)	23/4 667	0.69	3.60	2.99	0.98~4.06	0.058
Q4(≥ 0.56)	30/4 669	0.97	7.55	2.64	1.32~5.29	0.006

注:校正因素包括年龄、总胆固醇、甘油三酯、糖尿病、高血压、吸烟状况、饮酒状况、体育锻炼、婚姻状况以及收入水平

讨 论

在这项前瞻性队列研究中,我们发现,在消除混杂因素的影响后,除了 BMI 外,腰围、腰臀比和腰高比与结直肠癌风险明显相关。此外,在欧洲,约 11% 的结直肠癌病例归因于超重和肥胖^[12]。流行病学数据表明,肥胖与男性患结肠癌的风险增加 30%~70% 有关,而在女性中则不那么一致^[12]。BMI 是衡量整体肥胖的常用指标,但它不能区分脂肪和瘦体质量,不能作为衡量肥胖的完美指标,尤其是在老年人中^[14]。因此,在专门研究肥胖与结直肠癌之间的关系时,必须考虑到腹部肥胖。最近,研究人员发现,磁共振成像和计算机断层扫描显示,简单的测量如腰围是内脏脂肪组织数量的最佳人体测量相关^[15]。此外,越来越多的比较研究证据表明,腰高比是代谢性疾病的最佳预测指标^[16]。另外,有研究表明,内脏脂肪指数(visceral adiposity index, VAI)或体型指数(a body shape index, ABSI)的预测能力并不优于常规内脏脂肪指数(即腰围、腰臀比和腰高比)^[17]。故本研究选择了比较简单且有效的肥胖指标。

本研究中,腰围、腰臀比和腰高比与男性和结直肠癌风险呈线性关系,与对照组相比,腰围、腰臀比和腰高比最高四分位数的男性患结直肠癌风险明显升高,男性和女性 BMI 与结直肠癌风险未发现明显关系。既往研究比较 BMI 与腹部肥胖指标(腰围、腰臀比)对结直肠癌风险的预测能力,发现腰围和腰臀比与结直肠癌风险的相关性更强^[7,18]。这与本研究结果相似。相反,女性腰围、腰臀比、腰高比与结直肠癌的 COX 比例风险模型结果有些混杂。由于开滦队列研究是煤矿性质型医院,男多女少,而且男性结直肠癌发病率明显高于女性。使用四分位数统计,每组总人数大致一样,女性病例数相对较少,共 92 人,分为 4 组。每组病例人数波动会直接影响结果,所以女性 COX 比例风险模型可能有一定的误差存在。

研究结果显示,体质量增加与结直肠癌之间的关联存在不一致的结论^[19-22]。部分研究表明,体质量增加与结直肠癌风险上升有关^[23];然而,也有研究指出,这种风险增加的现象主要出现在男性中^[19];而在女性中则未观察到明显关联^[20-22,24]。我们的研究结果支持先前的发现,即肥胖是结肠和直肠恶性肿瘤的危险因素^[25];与 BMI 变化相比,腰围变化是结直

肠癌的独立且更强的预测因子。研究结果强调了在生活中保持健康的腰围和臀围的重要性。本研究结果提示,在男性人群中,腰围和腰高比是结直肠癌风险更好的预测指标。在女性人群中,腰围和腰臀比是结直肠癌风险更好的预测指标。

关于肥胖对结直肠癌的影响,目前已经提出了几种可能:首先,脂肪组织,尤其是内脏脂肪可使血清胰岛素和胰岛素样生长因子浓度升高,导致瘦素和脂联素分泌,在癌症发病中发挥着重要作用^[26]。另外,人体脂肪组织释放的炎症细胞因子和过量脂肪导致的氧化应激可能参与结直肠癌的发生^[25,27]。未来需要进一步的研究阐明其内在机制。

本研究优势在于:(1)本研究基于开滦队列,样本量大,随访时间相对较长,参与者年龄范围广,失访率几乎为零;(2)由训练有素的护士使用标准化的人体测量测量,最大限度地减少了自我报告值的潜在偏差,以及对各种混杂因素的综合调整;(3)本研究对潜在的混杂因素进行了大规模的评估,包括生活习惯和癌症家族史等。同时,本研究的缺点也值得注意:(1)由于肥胖指数是一次性评估的,他们可能在随访期间发生了变化。使用重复测量肥胖指数的进一步研究可能允许进行更深入的分析;(2)关于吸烟、饮酒、体育运动以及久坐的生活习惯等信息是参与者自行报告的,这可能导致回忆偏差;(3)饮食习惯的数据收集并不完整,但我们对 BMI、腰围、腰臀比以及腰高比水平等进行了校正,使其对结果产生的影响降到最低;(4)内镜检查是胃癌、肠癌的金标准,但由于开滦队列的成本有限,未对参与者进行内镜检查,这可能导致无症状癌症病例缺失;(5)最后,本研究是观察性的,不能排除肥胖指标潜在转化与结直肠癌风险之间的影响。但是,开滦研究样本量大,随访时间长,最大程度上扩大了其可行性。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 马超设计本次研究,进行数据收集、统计分析,并撰写了原稿;李佳兴、刘款以及姜泰先帮助修改原稿;王万超、田园、董智刚、韦稳强参与监督与初稿审阅;刘四清和吴寿岭指导研究、修改稿件及定稿

参 考 文 献

- [1] Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012[J]. Int J Cancer, 2015,136(5):E359-386. DOI: 10.1002/ijc.29210.
- [2] Arnold M, Sierra MS, Laversanne M, et al. Global patterns

- and trends in colorectal cancer incidence and mortality [J]. *Gut*, 2017,66(4): 683-691. DOI: 10.1136/gutjnl-2015-310912.
- [3] Sung H, Siegel RL, Torre LA, et al. Global patterns in excess body weight and the associated cancer burden[J]. *CA Cancer J Clin*, 2019,69(2): 88-112. DOI: 10.3322/caac.21499.
 - [4] Parra-Soto S, Cowley ES, Rezende L, et al. Associations of six adiposity-related markers with incidence and mortality from 24 cancers-findings from the UK Biobank prospective cohort study[J]. *BMC Med*, 2021,19(1):7. DOI: 10.1186/s12916-020-01848-8.
 - [5] Bhaskaran K, Douglas I, Forbes H, et al. Body-mass index and risk of 22 specific cancers: a population-based cohort study of 5·24 million UK adults[J]. *Lancet*, 2014, 384 (9945):755-765. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60892-8.
 - [6] Li H, Yang G, Xiang YB, et al. Body weight, fat distribution and colorectal cancer risk: a report from cohort studies of 134255 Chinese men and women[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2013,37(6):783-789. DOI: 10.1038/ijo.2012.152.
 - [7] Pischon T, Lahmann PH, Boeing H, et al. Body size and risk of colon and rectal cancer in the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition (EPIC) [J]. *J Natl Cancer Inst*, 2006,98(13):920-931. DOI: 10.1093/jnci/djj246.
 - [8] Song M, Hu FB, Spiegelman D, et al. Long-term status and change of body fat distribution, and risk of colorectal cancer: a prospective cohort study[J]. *Int J Epidemiol*, 2016,45(3):871-883. DOI: 10.1093/ije/dyv177.
 - [9] Moore LL, Bradlee ML, Singer MR, et al. BMI and waist circumference as predictors of lifetime colon cancer risk in Framingham Study adults[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2004,28(4):559-567. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802606.
 - [10] Kruschitz R, Wallner-Liebmann SJ, Hamlin MJ, et al. Detecting body fat-A weighty problem BMI versus subcutaneous fat patterns in athletes and non-athletes[J]. *PLoS One*, 2013,8(8):e72002. DOI:10.1371/journal.pone.0072002.
 - [11] Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, et al. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis[J]. *Br J Radiol*, 2012,85(1009):1-10. DOI: 10.1259/bjr/38447238.
 - [12] Bardou M, Barkun AN, Martel M. Obesity and colorectal cancer[J]. *Gut*, 2013,62(6):933-947. DOI: 10.1136/gutjnl-2013-304701.
 - [13] Wu S, Huang Z, Yang X, et al. Cardiovascular events in a prehypertensive Chinese population: four-year follow-up study[J]. *Int J Cardiol*, 2013,167(5): 2196-2199. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.05.123.
 - [14] Sebo P, Beer-Borst S, Haller DM, et al. Reliability of doctors' anthropometric measurements to detect obesity [J]. *Prev Med*, 2008,47(4):389-393. DOI: 10.1016/j.ypmed.2008.06.012.
 - [15] Després JP, Lemieux I, Prud'homme D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients[J]. *BMJ*, 2001,322(7288):716-720. DOI: 10.1136/bmj.322.7288.716.
 - [16] Schneider HJ, Friedrich N, Klotsche J, et al. The predictive value of different measures of obesity for incident cardiovascular events and mortality[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(4): 1777-1785. DOI: 10.1210/jc.2009-1584.
 - [17] Wang SY, Zhang WS, Jiang CQ, et al. Association of novel and conventional obesity indices with colorectal cancer risk in older Chinese: a 14-year follow-up of the Guangzhou Biobank Cohort Study[J]. *BMC Cancer*, 2023, 23(1):286. DOI: 10.1186/s12885-023-10762-0.
 - [18] Freisling H, Arnold M, Soerjomataram I, et al. Comparison of general obesity and measures of body fat distribution in older adults in relation to cancer risk: meta-analysis of individual participant data of seven prospective cohorts in Europe[J]. *Br J Cancer*, 2017,116(11):1486-1497. DOI: 10.1038/bjc.2017.106.
 - [19] Aleksandrova K, Pischon T, Buijsse B, et al. Adult weight change and risk of colorectal cancer in the European prospective investigation into cancer and nutrition[J]. *Eur J Cancer*, 2013, 49(16): 3526-3536. DOI: 10.1016/j.ejca.2013.06.021.
 - [20] Steins Bisschop CN, van Gils CH, Emaus MJ, et al. Weight change later in life and colon and rectal cancer risk in participants in the EPIC-PANACEA study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2014,99(1):139-147. DOI: 10.3945/ajcn.113.066530.
 - [21] Bassett JK, Severi G, English DR, et al. Body size, weight change, and risk of colon cancer[J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2010,19(11):2978-2986. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-10-0543.
 - [22] Laake I, Thune I, Selmer R, et al. A prospective study of body mass index, weight change, and risk of cancer in the proximal and distal colon[J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2010,19(6):1511-1522. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-09-0813.
 - [23] Chen X, Li H, Mandic M, et al. Assessment of body mass index, polygenic risk score, and development of colorectal cancer[J]. *JAMA Netw Open*, 2022,5(12):e2248447. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.48447.
 - [24] Karahalios A, Simpson JA, Baglietto L, et al. Change in weight and waist circumference and risk of colorectal cancer: results from the Melbourne Collaborative Cohort Study[J]. *BMC Cancer*, 2016,16:157. DOI: 10.1186/s12885-016-2144-1.
 - [25] Martinez-Useros J, Garcia-Foncillas J. Obesity and colorectal cancer: molecular features of adipose tissue [J]. *J Transl Med*, 2016,14:21. DOI: 10.1186/s12967-016-0772-5.
 - [26] Donohoe CL, Doyle SL, Reynolds JV. Visceral adiposity, insulin resistance and cancer risk[J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2011,3:12. DOI:10.1186/1758-5996-3-12.
 - [27] Ye P, Xi Y, Huang Z, et al. Linking obesity with colorectal cancer: epidemiology and mechanistic insights[J]. *Cancers (Basel)*, 2020,12(6). DOI: 10.3390/cancers12061408.