

# BMI 与血脂异常患病关联强度剂量-反应关系研究\*

杜金玲<sup>1,2</sup> 周楠<sup>1,2</sup> 陈一佳<sup>1</sup> 宋莹倩<sup>1,2</sup> 王巍巍<sup>1</sup> 洪忻<sup>1,2△</sup>

**【摘要】目的** 采用限制性立方样条模型探讨 BMI 与血脂异常患病关联强度的剂量-反应关系。**方法** 2017-2018 年开展南京市慢性病防控社会因素调查,对 61098 名 18 岁及以上常住居民进行问卷调查、身体测量以及实验室检测。采用复杂抽样基于设计的 logistic 回归模型和限制性立方样条模型分析 BMI 与血脂异常患病的关联强度及剂量-反应关系。**结果** 最终纳入 60283 名调查对象。血脂异常患者 17093 例,加权患病率为 29.8%。多因素 logistic 回归调整混杂因素后,超重人群患血脂异常的风险是体重正常人群的 1.43 倍(95%CI: 1.36~1.49),肥胖人群患血脂异常的风险是体重正常人群的 1.97 倍(95%CI: 1.83~2.12)。限制性立方样条模型结果表明,女性、青年人以及中老年人,其 BMI 与血脂异常患病风险均呈非线性剂量-反应关系;男性 BMI 与血脂异常患病风险呈线性剂量-反应关系。**结论** 控制体重对预防血脂异常有十分重要的作用。

**【关键词】** 限制性立方样条 血脂异常 体质指数

**【中图分类号】** R181.1

**【文献标识码】** A

**DOI** 10.11783/j.issn.1002-3674.2024.01.004

## Association between BMI and Dyslipidemia: A Dose-response Analysis

Du Jinling, Zhou Nan, Chen Yijia, et al (Department of Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Nanjing Medical University Affiliated Nanjing Center for Disease Control and Prevention (210003), Nanjing)

**【Abstract】Objective** To explore the dose-response relationship between BMI and the prevalence of dyslipidemia using restricted cubic spline model. **Methods** Using data of Chronic Disease and Risk Factor Surveillance in Nanjing City from 2017 to 2018. A representative sample of 61 098 residents aged  $\geq 18$  years was surveyed by face-to-face questionnaire survey, anthropometric measurements and laboratory examinations. A logistic regression model of complex sampling and restricted cubic spline model were used to analyze the dose-response relationship between BMI and the risk of dyslipidemia. **Results** Finally, 60 283 subjects were included. Among them, there were 17 093 dyslipidemia patients with a standardized prevalence rate of 29.8%. After adjusting for confounding factors by multiple logistic regression, participants with overweight ( $OR=1.43$ , 95%CI: 1.36~1.49) and obesity ( $OR=1.97$ , 95%CI: 1.83~2.12) had a significantly higher risk of dyslipidemia compared to those with normal weight. The multiple restricted cubic spline model indicated a non-linear dose-response relationship between BMI and the risk of dyslipidemia in women, young, middle-aged and elderly population, and a linear dose-response relationship between BMI and the risk of dyslipidemia in men. **Conclusion** Weight control plays a very important role in the prevention of dyslipidemia.

**【Key words】** Restricted cubic spline; Dyslipidemia; Body mass index

随着社会经济的发展以及居民饮食习惯和行为方式的改变,我国血脂异常的患病率呈逐年升高趋势<sup>[1]</sup>,给我们造成了极大的疾病负担。最近的一项全国性调查表明<sup>[2]</sup>,中国成年人血脂异常的总患病率高达 40.40%,与 2002 年相比显著增高。多项研究表明<sup>[3-4]</sup>,超重与肥胖是血脂异常等慢性病的危险因素。全国性的调查结果提示,因超重和肥胖所造成的主要慢性病合计经济负担高达 907.68 亿,占主要慢性病经济负担的 42.9%<sup>[5]</sup>。体质指数 (body mass index, BMI) 与人体脂肪总量显著相关,是目前评价超重及肥胖最常用的指标<sup>[6]</sup>。既往有多项研究关注 BMI 与血脂异常患病之间的关联,但均将其作为分类变量纳入模型进行分析,而这会损失其作为连续型变量的一

些信息。目前将 BMI 作为连续性变量,探究其与血脂异常患病风险的剂量-反应关系的研究尚不多见。限制性立方样条能直观地描述连续性变量与结局之间的剂量-反应关系,已被越来越多的研究者所应用<sup>[7-8]</sup>。因此,本研究对 2017-2018 年南京市成人慢性病防控社会因素调查数据进行分析,拟通过限制性立方样条模型探讨 BMI 与血脂异常患病关联强度的剂量-反应关系。

### 对象与方法

#### 1. 研究对象

2017 年 1 月 1 日-2018 年 6 月 30 日,开展南京市成人慢性病防控社会因素调查。采用多阶段分层整群随机抽样方法:第一阶段,随机抽取南京市 5 个区;第二阶段,覆盖每个被抽取的区所有的街道/乡镇;第三阶段,采用与人口规模成比例的整群抽样方法在每个街道/乡镇抽取 3~4 个居委会/行政村;第四阶段,每个抽取的居委会/行政村采用整群抽样方法随机抽

\* 基金项目:南京市医学科技发展项目(ZKX18049; ZKX21054)

1.南京医科大学附属南京疾病预防控制中心慢性非传染病防制科(210003)

2.南京医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系

△通信作者:洪忻, E-mail: nj\_hongxin@126.com

取 1~2 个居民/村民小组(至少 50 户);第五阶段,每个抽取的居民/村民小组采用 KISH 表法从每户随机抽取 1 名 18 岁及以上成年人作为监测对象。最终纳入 61098 名南京市 18 岁及以上社区常住居民。

## 2. 研究内容与方法

本调查通过了南京市疾病预防控制中心伦理委员会批准(PJ2017002),所有调查对象均已签署知情同意书。调查内容包括问卷调查、身体测量和实验室检测三部分。调查问卷包含基本人口学特征,行为危险因素,慢性病疾病史以及控制情况等内容。身体测量:体重、身高和血压。血压测量使用型号为欧姆龙 HBP-1300 型电子血压计,精确到 1mmHg,血压共测量 3 次,每次间隔至少 1 分钟,取后 2 次测量的平均值作为最终血压值。实验室检测:调查对象需空腹 8 小时以上。清晨抽取空腹静脉血测定空腹血糖和血脂。采用全自动生化分析仪检测血糖和血脂水平。

## 3. 质量控制

本次调查质量控制环节严格遵循南京市疾病预防控制中心制订的质量控制方案,分别在调查的前、中 and 后期实施。调查前期:对调查员进行统一培训、实习及考核,调查员考核合格后方能参加现场调查工作,并统一调查工具以及工作手册。调查中期:采用面对面询问的方式进行问卷调查,由两名测量员共同完成身体测量,严格按照质量控制方案进行血样采集及处理、操作以及保存。现场质量控制人员及时反馈缺报、错报、逻辑错误等问题。调查后期:现场由专人负责问卷的回收,使用 EpiData 3.1 软件进行数据录入和管理,所有问卷均两次平行录入。

## 4. 指标定义

(1)高血压:收缩压 $\geq 140$  mmHg 和(或)舒张压 $\geq 90$  mmHg,或已被乡镇(社区)或以上医院诊断为高血压且近两周有服用降压药者<sup>[9]</sup>。(2)糖尿病:空腹血糖 $\geq 7.0$  mmol/L,或既往被乡镇(社区)或以上医院诊断为糖尿病者<sup>[10]</sup>。(3)血脂异常:血清总胆固醇 $\geq 6.2$  mmol/L 或高密度脂蛋白胆固醇 $< 1.0$  mmol/L 或低密度脂蛋白胆固醇 $\geq 4.1$  mmol/L 或甘油三酯 $\geq 2.3$  mmol/L,或既往被乡镇(社区)或以上医院诊断为血脂异常者<sup>[11]</sup>。(4)现在吸烟:调查时每天至少吸 1 支烟,且持续时间 $\geq 6$  个月<sup>[12]</sup>。(5)现在饮酒:每月平均饮酒次数 $\geq 1$  次/周。(6)蔬菜水果摄入不足:蔬菜水果摄入量 $< 500$  g/天<sup>[13]</sup>。(7)身体活动不足:每周身体活动量=身体活动对应的代谢当量(metabolic equivalent, MET) $\times$ 每天活动时间(min/d) $\times$ 每周活动天数(d/周),身体活动不足定义为 $< 600$  MET $\cdot$ min/周<sup>[14]</sup>。(8)体质指数分类:按照体重(kg)/身高<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)计算体重指数,低体重: BMI $< 18.5$  kg/m<sup>2</sup>;正常体重: 18.5 kg/m<sup>2</sup>~ $< 24.0$  kg/m<sup>2</sup>;超重: 24.0 kg/m<sup>2</sup>~

$< 28.0$  kg/m<sup>2</sup>;肥胖: $\geq 28.0$  kg/m<sup>2</sup><sup>[15]</sup>。(9)中心性肥胖:男性腰围 $\geq 90$  cm,女性 $\geq 85$  cm<sup>[16]</sup>。

## 5. 统计学分析

使用 SPSS 21.0 软件中的复杂抽样数据分析模块进行统计分析<sup>[17]</sup>。所有分析均采用复杂加权进行调整<sup>[18]</sup>;加权重=抽样权重(监测对象各阶段被抽中概率的倒数的乘积) $\times$ 事后分层权重(2010 年南京市第六次全国人口普查数据的性别和年龄分布情况)。定性资料以例数(百分比)[ $n(\%)$ ]表示,组间比较采用 Rao-Scott  $\chi^2$  检验。logistic 回归模型分析 BMI 对血脂异常患病的影响。采用限制性立方样条模型分析 BMI 与血脂异常患病风险的剂量-反应关系,其中 BMI 为连续变量,根据百分位数取节点数为 4( $P_5$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{95}$ )<sup>[19]</sup>。利用 R 3.6.3 软件中的“rms”包绘制限制性立方样条图。所有检验采用双侧检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1. 研究对象一般情况描述

本次调查对象共 61098 名,剔除问卷调查、身体测量和实验室检测等项目缺失者 815 名,最终纳入 60283 名研究对象。血脂异常患者 17093 例,加权患病率为 29.8%。男女性血脂异常加权患病率分别为 32.3%、27.3%。不同性别、年龄、文化程度、婚姻状况、现在吸烟、饮酒状况、蔬菜水果摄入、BMI 分类、中心性肥胖、高血压和糖尿病患病情况的调查对象血脂异常的患病率差异均有统计学意义( $P$  均 $< 0.05$ ),不同地区和身体活动情况的人群除外( $P$  均 $> 0.05$ )。见表 1。

### 2. BMI 与血脂异常患病风险的 logistic 分析

如表 2 所示,单因素 logistic 回归分析(模型 1)提示,与 BMI 正常组相比,不同 BMI 水平与血脂异常患病均存在统计学关联。调整性别、年龄后(模型 2),不同 BMI 水平与血脂异常仍存在统计学关联。进一步调整性别、年龄、地区、文化程度、婚姻状况、现在吸烟、现在饮酒、蔬菜水果摄入不足、身体活动不足、腰围、高血压和糖尿病(模型 3),多因素 logistic 回归提示超重人群血脂异常患病风险是 BMI 正常人群的 1.43 倍(95%CI 1.36~1.49);肥胖人群血脂异常患病风险是 BMI 正常人群的 1.97 倍(95%CI 1.83~2.12)。

### 3. BMI 与血脂异常患病风险的剂量-反应关系

按性别分层后应用限制性立方样条模型分析 BMI 与血脂异常患病的剂量-反应关系,男性以 BMI = 24 kg/m<sup>2</sup> 为参照组,女性以 BMI = 23 kg/m<sup>2</sup> 为参照组。结果见图 1~2。调整混杂因素后(年龄、地区、文化程度、婚姻状况、吸烟饮酒状况、蔬菜水果摄入不足、身体活动不足、腰围、高血压和糖尿病),随着

表 1 不同人口学特征人群血脂异常患病情况

基本特征		总人群 (%)	血脂异常患病数 (%)	血脂异常加权患病率 (%)	Rao-Scott $\chi^2$	P 值
性别	男性	29848(49.4)	9185(53.6)	32.3	46.156	<0.001
	女性	30435(50.6)	7908(46.4)	27.3		
年龄(岁)	<35	23162(28.7)	4096(17.3)	17.9	180.375	<0.001
	35~44	8853(18.5)	2268(15.5)	25.0		
	45~54	10805(19.5)	3423(20.7)	31.6		
	>55	17463(33.3)	7306(46.5)	41.6		
地区	主城区	38814(65.1)	11453(67.6)	31.0	3.568	0.076
	非主城区	21469(34.9)	5640(32.4)	27.6		
文化程度	小学及以下	5458(11.1)	1843(12.8)	34.3	95.813	<0.001
	初中/高中	27020(47.0)	8896(52.8)	33.5		
	大专及以上	27805(41.9)	6354(34.3)	24.4		
婚姻状况	未婚	10556(14.1)	1688(8.0)	16.9	43.768	<0.001
	已婚/同居	47536(81.0)	14536(85.6)	31.5		
	丧偶/离异/分居/其他	2191(4.9)	869(6.4)	39.1		
现在吸烟	是	11430(19.2)	4120(23.8)	36.9	128.569	<0.001
	否	48853(80.8)	12973(76.2)	28.1		
现在饮酒	是	17652(29.0)	5788(33.3)	34.2	124.743	<0.001
	否	42631(71.0)	11305(66.7)	28.0		
蔬菜水果摄入不足	是	30527(50.4)	8230(48.0)	28.4	7.758	0.013
	否	29756(49.6)	8863(52.0)	31.3		
身体活动不足	是	27031(44.2)	7824(45.3)	30.5	1.716	0.208
	否	33252(55.8)	9269(54.7)	29.2		
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	<18.5	2551(3.8)	344(1.9)	14.9	320.835	<0.001
	18.5~<24.0	31855(51.6)	6904(39.6)	22.9		
	24.0~<28.0	20112(34.6)	7102(42.2)	36.3		
	≥28.0	5765(10.0)	2743(16.3)	48.6		
中心性肥胖	是	14939(26.2)	6042(36.4)	41.4	285.331	<0.001
	否	45344(73.8)	11051(63.6)	25.7		
糖尿病	是	5663(10.9)	3035(19.3)	52.9	565.452	<0.001
	否	54620(89.1)	14058(80.7)	27.0		
高血压	是	15686(33.8)	7166(45.6)	45.6	938.365	<0.001
	否	44597(66.2)	9927(54.4)	23.1		

表 2 BMI 与血脂异常患病风险的 logistic 回归分析

模型	BMI 分类(kg/m <sup>2</sup> )	参数估计	标准差	t	P 值	OR(95%CI)
模型 1	<18.5	-0.526	0.103	-5.103	<0.001	0.59(0.47~0.73)
	18.5~23.9					1
	24.0~27.9	0.649	0.026	24.676	<0.001	1.91(1.81~2.02)
	≥28	1.156	0.051	22.743	<0.001	3.18(2.85~3.54)
模型 2	<18.5	-0.345	0.104	-3.314	0.004	0.71(0.57~0.88)
	18.5~23.9					1
	24.0~27.9	0.505	0.026	19.187	<0.001	1.66(1.57~1.75)
	≥28	1.002	0.056	17.889	<0.001	2.72(2.42~3.07)
模型 3	<18.5	-0.211	0.099	-2.123	0.049	0.81(0.66~0.99)
	18.5~23.9					1
	24.0~27.9	0.355	0.022	16.401	<0.001	1.43(1.36~1.49)
	≥28	0.679	0.034	19.763	<0.001	1.97(1.83~2.12)

注：模型 1 为单变量模型；模型 2 调整了性别、年龄；模型 3 调整了性别、年龄、地区、文化程度、婚姻状况、现在吸烟、现在饮酒、蔬菜水果摄入不足、身体活动不足、腰围、高血压和糖尿病。

BMI 的升高，其与男性血脂异常患病风险的关联呈线性增高趋势(非线性检验,  $\chi^2 = 2.59, P = 0.274$ )；与女性呈非线性增高趋势(非线性检验,  $\chi^2 = 25.73, P < 0.001$ )。男性 BMI 的四个节点(19 kg/m<sup>2</sup>, 22 kg/m<sup>2</sup>, 26 kg/m<sup>2</sup>, 29 kg/m<sup>2</sup>)的 OR(95% CI) 分别为 0.57(0.52~0.63), 0.78(0.75~0.80), 1.32(1.27~1.38), 2.08(1.94~2.23)。女性 BMI 的四个节点(18 kg/m<sup>2</sup>, 21 kg/m<sup>2</sup>, 25 kg/m<sup>2</sup>, 29 kg/m<sup>2</sup>)的 OR(95% CI) 分别

为 0.65(0.59~0.72), 0.77(0.74~0.80), 1.35(1.29~1.42), 1.67(1.54~1.82)。

按年龄分层后应用限制性立方样条模型分析 BMI 与血脂异常患病的剂量-反应关系，青年人以 BMI = 23kg/m<sup>2</sup> 为参照组，中老年人以 BMI = 24kg/m<sup>2</sup> 为参照组。结果见图 3~4。调整混杂因素后(性别、地区、文化程度、婚姻状况、吸烟饮酒状况、蔬菜水果摄入不足、身体活动不足、腰围、高血压和糖尿

病),随着 BMI 的升高,其与血脂异常患病风险的关联在这两类人群中均呈非线性增高趋势(非线性检验,青年人群  $\chi^2 = 29.35, P < 0.001$ ;中老年人群  $\chi^2 = 13.41, P < 0.001$ )。青年人 BMI 的四个节点(18 kg/m<sup>2</sup>, 20 kg/m<sup>2</sup>, 25 kg/m<sup>2</sup>, 28 kg/m<sup>2</sup>)的 OR(95%CI)分别为 0.82(0.74~0.91), 0.87(0.83~0.90), 1.26(1.20~1.33), 2.11(1.93~2.29)。中老年人 BMI 的四个节点(20 kg/m<sup>2</sup>, 22 kg/m<sup>2</sup>, 26 kg/m<sup>2</sup>, 29 kg/m<sup>2</sup>)的 OR(95%CI)分别为 0.68(0.63~0.74), 0.84(0.81~0.86), 1.19(1.14~1.24), 1.36(1.26~1.47)。

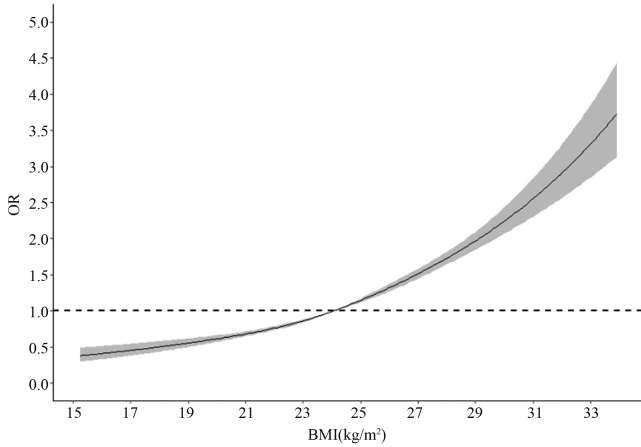


图 1 男性 BMI 与血脂异常患病风险的剂量-反应关系

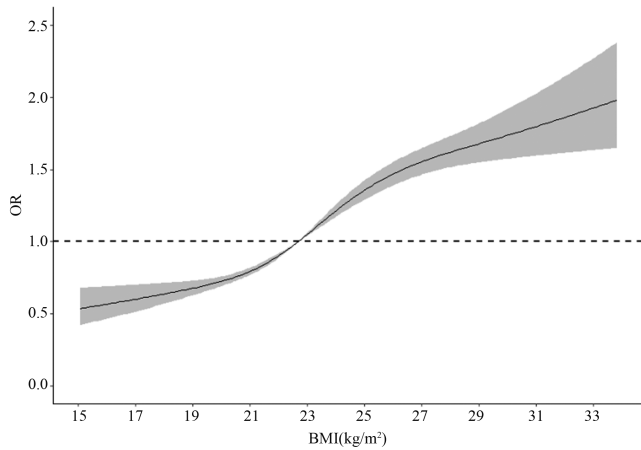


图 2 女性 BMI 与血脂异常患病风险的剂量-反应关系

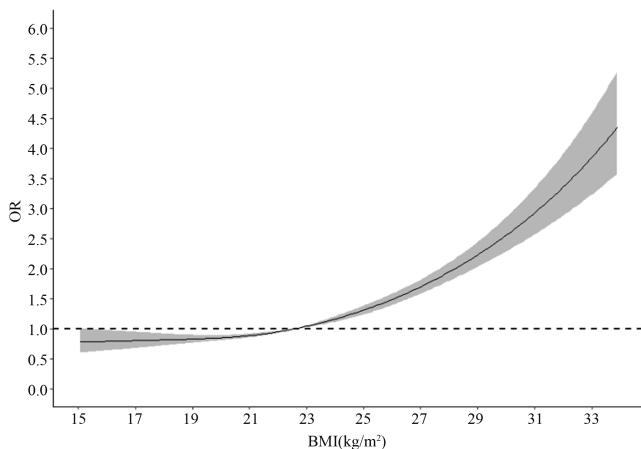


图 3 青年人(45 岁以下)BMI 与血脂异常患病风险的剂量-反应关系

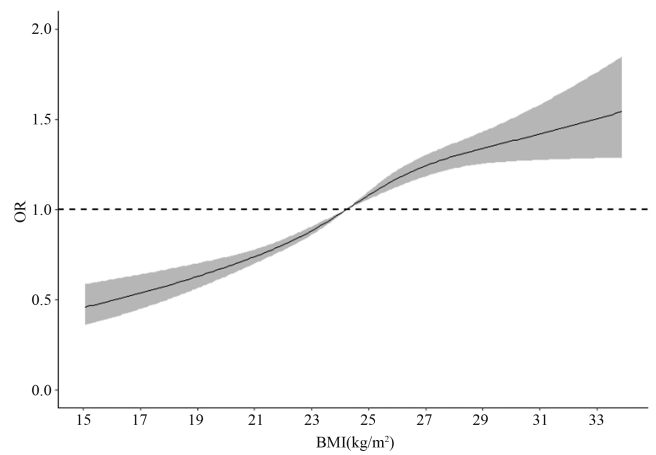


图 4 中老年人(45 岁及以上)BMI 与血脂异常患病风险的剂量-反应关系

### 讨 论

本研究结果提示,南京市 2017 年 18 岁及以上居民复杂加权后血脂异常患病率为 29.8%,其中男性患病率为 32.3%,女性患病率为 27.3%,高于 2011 年南京市慢性病及其危险因素监测报告的 28.9%(其中,男性患病率为 31.5%,女性为 26.2%)<sup>[20]</sup>。近年来南京市居民血脂异常患病率虽增长缓慢,但不能忽视对血脂异常的防控。

本研究结果表明,在多因素 logistic 回归调整混杂因素后,超重和肥胖仍会增加血脂异常患病风险。吴洵等<sup>[4]</sup>研究结果表明超重人群血脂异常患病风险是 BMI 正常人群的 1.828 倍;肥胖人群血脂异常患病风险是 BMI 正常人群的 2.656 倍。日本一项回顾性队列研究<sup>[21]</sup>也表明超重与肥胖能增加血脂异常的发病风险。

进一步采用限制性立方样条模型分析结果表明,随着 BMI 的升高,其与男性血脂异常患病风险的关联呈线性增高趋势,与女性呈非线性增高趋势。按年龄分层后,随着 BMI 的升高,与血脂异常患病风险的关联在青年以及中老年这两类人群中也均呈非线性增高趋势。Jianxing Yu 等<sup>[22]</sup>分析了 BMI 与中国东北地区常见慢性病患病风险间的剂量-反应关系,结果表明无论是男性还是女性,血脂异常的患病风险均随 BMI 的增加呈非线性升高趋势。虽然 BMI 作为血脂异常患病风险的重要危险因素已被大量研究,但多数研究均局限于将 BMI 按照等级划分(体重偏低,正常体重,超重以及肥胖)。若采用传统的 logistic 回归模型进行分析,探讨 BMI 与血脂异常患病风险的关联,会忽略 BMI 连续性变化与血脂异常患病风险间的动态变化轨迹。而限制性立方样条模型将连续性的 BMI 与血脂异常患病风险结合,呈现二者间的剂量-反应关系,更加直观地表现了关联强度的动态变化轨迹,优于传统的 logistic 回归模型,更具有公共卫生指

导价值。

肥胖与人群血脂异常关系的潜在机制尚未完全阐明, Boudewijn Klop 等<sup>[23]</sup>研究揭示肥胖伴随着慢性、低度脂肪组织炎症, 而一些炎症介质(如 TNF $\alpha$ )会损害胆固醇从脂肪细胞流出。脂肪细胞和脂肪中积累的巨噬细胞之间的相互作用放大了巨噬细胞和脂肪细胞的促炎细胞因子以及趋化因子, 导致胰岛素抵抗和心血管疾病的风险增加。

本研究采用复杂抽样的方法, 样本量大且具有代表性, 但也存在一些局限。首先, 本研究是一项横断面研究, 不能推断出 BMI 与血脂异常之间的因果关系。其次, 一些调查对象可能在知道血脂水平后改变了生活方式, 如调整饮食习惯, 加强体育锻炼等, 这可能导致 Ney-man 偏倚, 而这种偏倚可能会错误估计危险因素与疾病之间的关联。因此, 今后应采用前瞻性队列研究来进一步验证 BMI 连续变化与血脂异常患病的关系, 以弥补本研究的不足之处。

综上所述, 不论是男性还是女性, 不论是青年人或是中老年人群, 其血脂异常的患病风险均随 BMI 的增加而呈升高趋势。这充分提示在血脂异常患者社区综合管理实践中, 控制体重是减轻血脂异常负担的重要途径。在今后的防控工作中, 可利用多样的宣传途径, 对居民进行健康教育, 强调保持正常体重的重要性, 从而降低血脂异常的患病风险。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] Song PK, Man QQ, Li H, et al. Trends in Lipids Level and Dyslipidemia among Chinese Adults, 2002-2015. *Biomedical and Environmental Sciences*, 2019, 32(8): 559-570.
- [ 2 ] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要. *中国循环杂志*, 2021, 36(6): 521-545.
- [ 3 ] Pan L, Yang Z, Wu Y, et al. The prevalence, awareness, treatment and control of dyslipidemia among adults in China. *Atherosclerosis*, 2016, 248: 2-9.
- [ 4 ] 吴洵, 覃玉, 苏健, 等. 江苏省 35~75 岁居民血脂异常患病和治疗情况及影响因素分析. *中国慢性病预防与控制*, 2020, 28(4): 291-295.
- [ 5 ] 张娟, 施小明, 梁晓峰. 2010 年中国城乡居民超重和肥胖的直接经济负担分析. *中华流行病学杂志*, 2013, 34(6): 598-600.
- [ 6 ] 姜勇, 赵文华. 成人肥胖的评价方法、指标及标准在公共卫生中应用的研究进展. *卫生研究*, 2013, 42(4): 701-705+711.
- [ 7 ] 胡文斌, 张婷, 史建国, 等. BMI 与高血压关联强度剂量-反应关系分析. *中国卫生统计*, 2015, 32(6): 971-974.
- [ 8 ] 朱云, 史静琚, 罗旋, 等. BMI 与糖尿病关联强度剂量-反应关系分析. *中国卫生统计*, 2017, 34(6): 887-890+895.
- [ 9 ] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟, 中华医学会心血管病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2018 年修订版). *中国心血管杂志*, 2019, 24(1): 24-56.
- [ 10 ] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版). *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(1): 4-67.
- [ 11 ] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版). *中国循环杂志*, 2016, 31(10): 937-953.
- [ 12 ] 中国预防医学科学院, 中国吸烟与健康协会, 卫生部疾病控制司, 等. 1996 年全国吸烟行为的流行病学调查. 北京: 中国科学技术出版社, 1997: 155-158.
- [ 13 ] Yang YX, Wang XL, Leong PM, et al. New Chinese dietary guidelines: healthy eating patterns and food-based dietary recommendations. *Asia Pacific journal of Clinical Nutrition*, 2018, 27(4): 908-913.
- [ 14 ] 樊萌语, 吕筠, 何平平. 国际体力活动问卷中体力活动水平的计算方法. *中华流行病学杂志*, 2014, 35(8): 961-964.
- [ 15 ] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录). *营养学报*, 2004, 26(1): 1-4.
- [ 16 ] Hu LH, Huang X, You CJ, et al. Prevalence of overweight, obesity, abdominal obesity and obesity-related risk factors in southern China. *PLoS One*, 2017, 12(9): e0183934.
- [ 17 ] 谭志军, 徐勇勇, 曹文君, 等. 应用 SAS 和 SPSS 进行复杂抽样. *中国卫生统计*, 2012, 29(1): 145-146.
- [ 18 ] 胡楠, 姜勇, 李镒冲, 等. 2010 年中国慢病监测数据加权方法. *中国卫生统计*, 2012, 29(3): 424-426.
- [ 19 ] Desquilbet L, Mariotti F. Dose-response analyses using restricted cubic spline functions in public health research. *Statistics in Medicine*, 2010, 29(9): 1037-1057.
- [ 20 ] Hong X, Ye Q, He J, et al. Prevalence and clustering of cardiovascular risk factors: a cross-sectional survey among Nanjing adults in China. *BMJ Open*, 2018, 8(6): e020530.
- [ 21 ] Fujita M, Sato Y, Nagashima K, et al. Predictive power of a body shape index for development of diabetes, hypertension, and dyslipidemia in Japanese adults: a retrospective cohort study. *PLoS One*, 2015, 10(6): e0128972.
- [ 22 ] Yu JX, Tao YC, Dou J, et al. The dose-response analysis between BMI and common chronic diseases in northeast China. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 4228.
- [ 23 ] Klop B, Elte JW, Cabezas MC. Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets. *Nutrients*, 2013, 5(4): 1218-1240.

(责任编辑:张悦)