

# 超重/肥胖与血脂异常的交互作用 对高尿酸血症的影响

郑秋潼<sup>1</sup>, 陈青松<sup>1</sup>, 蒋柳权<sup>2</sup>, 谢灵香<sup>1</sup>, 梁宝怡<sup>1</sup>, 沈天然<sup>1</sup>

1. 广东药科大学公共卫生学院, 广东 广州 510310; 2. 山西省太原市西山煤电集团职业病防治所

**摘要:**目的 了解超重/肥胖与血脂异常对高尿酸血症(Hyperuricemia, HUA)患病的交互作用,为 HUA 防治提供科学依据。方法 数据来源于 2018 年西山煤电集团工人体检数据,共纳入 38 615 名研究对象。运用 SAS 9.3 软件进行 $\chi^2$ 检验和多因素 logistic 回归分析,采用相加模型分析超重/肥胖与血脂异常对 HUA 患病的交互作用。结果 研究对象 HUA 患病率为 18.28%。调整性别、年龄、吸烟、饮酒、收缩压、舒张压、空腹血糖、血肌酐后,多因素 logistic 回归分析结果显示,超重/肥胖( $OR=2.756$ , 95%  $CI: 2.584 \sim 2.939$ )和血脂异常( $OR=2.221$ , 95%  $CI: 2.100 \sim 2.349$ )与 HUA 患病高风险相关。交互作用分析显示,超重/肥胖与血脂异常对 HUA 患病存在协同相加交互作用,超重/肥胖且血脂异常者患 HUA 的风险高于两者均不罹患者( $OR=4.840$ , 95%  $CI: 4.452 \sim 5.261$ ),超额相对危险度(RERI)为 0.4,交互作用归因百分比(API)为 0.083,交互作用指数(SI)为 1.116。结论 超重/肥胖、血脂异常均增加了 HUA 患病风险,二者存在协同相加交互作用。防治 HUA 应着力改善患者的超重/肥胖和血脂异常状态。

**关键词:**超重;肥胖;血脂异常;高尿酸血症;交互作用

中图分类号:R589.7 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2024)12-2294-06

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202308484

## Effects of interaction between overweight/obesity and dyslipidemia on hyperuricemia

ZHENG Qiu-tong\*, CHEN Qing-song, JIANG Liu-quan, XIE Ling-xiang, LIANG Bao-yi, SHEN Tian-ran

\* School of Public Health, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, Guangdong 510006, China

**Abstract: Objective** To investigate the interaction between overweight/obesity and dyslipidemia on hyperuricemia (HUA), and to provide scientific basis for the prevention and treatment of HUA. **Methods** The data were derived from the physical examination records of workers at the Xishan Coal and Electricity Group in 2018, encompassing a total of 38 615 study participants. SAS 9.3 software was used to conduct  $\chi^2$  test and multivariate logistic regression analyses. Additive interaction model was used to analyze the interaction between overweight/obesity and dyslipidemia on HUA. **Results** The prevalence rate of HUA was 18.28%. After adjusting for gender, age, smoking, drinking, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, fasting blood glucose and blood creatinine, the results of multivariate logistic regression analyses showed that overweight/obesity ( $OR=2.756$ , 95%  $CI: 2.584 - 2.939$ ) and dyslipidemia ( $OR=2.221$ , 95%  $CI: 2.100 - 2.349$ ) were associated with a higher risk of HUA, respectively. Interaction analyses showed a synergistic additive interaction between overweight/obesity and dyslipidemia on the prevalence of HUA, with those who were overweight/obese and dyslipidemic having a higher risk of HUA than those who had neither ( $OR=4.840$ , 95%  $CI: 4.452 - 5.261$ ), and the relative excess risk of interaction (RERI) was 0.4, the attributable proportion of interaction (API) was 0.083, and the synergy index (SI) was 1.116. **Conclusion** Overweight/obesity and dyslipidemia both increase the risk of HUA, and there is synergistic additive interaction between them. Controlling body mass index and lipid levels may prevent HUA.

**Keywords:** Overweight; Obesity; Dyslipidemia; Hyperuricemia; Interaction

基金项目:广东省公共卫生检测与评价工程技术研究中心(2019GCZX012),广州市基础与应用基础研究项目一般项目(202201010545),广东省医学科学技术研究基金项目(A2020112),中山市社会公益与基础研究项目(2020SYF13)

作者简介:郑秋潼(1997—),女,硕士在读,研究方向:疾病预防控制

通信作者:沈天然, E-mail:shentrgz@163.com

高尿酸血症(Hyperuricemia, HUA)是由于尿酸盐分泌过多或排出不足引起的,是痛风、糖尿病、高血压和代谢综合征的危险因素<sup>[1-4]</sup>。随着中国经济水平的提高,高嘌呤食物摄入增加导致 HUA 的发生率急剧攀升,且发病率有年轻化的趋势<sup>[5]</sup>。目前,中国 HUA 的总体患病率介于 14.4% ~ 17.7% 之间<sup>[6-8]</sup>,

已成为继糖尿病之后又一常见代谢性疾病。研究调查表明,肥胖是 HUA 的危险因素之一<sup>[9]</sup>。既往研究发现多个肥胖指标对 HUA 都有良好的预测性,包括身体质量指数(body mass index, BMI)、腰围、腰高比、内脏脂肪指数和脂质蓄积指数等指标<sup>[10]</sup>。已知肥胖引起的胰岛素抵抗和脂肪因子介导的尿酸排泄抑制可提高血尿酸水平<sup>[11]</sup>。此外,HUA 往往与脂代谢紊乱的发生有关<sup>[12-15]</sup>。一项前瞻性研究表明,血脂谱的变化是与 HUA 发生相关的独立因素,尤其是甘油三酯和高密度脂蛋白<sup>[16]</sup>。另一项随访 6 年的前瞻性研究表明<sup>[17]</sup>,在基线时甘油三酯 > 1 600 mg/L 的人中 HUA 的发病率比基线甘油三酯 < 790 mg/L 的人高一倍多,在调整了年龄、体重指数、血压、饮酒和总胆固醇等混杂因素后发现,基线甘油三酯是新发 HUA 的独立预测因素。一些用于治疗血脂异常的药物,如非诺贝特,可有效降低血清尿酸浓度<sup>[18]</sup>。超重/肥胖和血脂异常均与 HUA 有关,二者对 HUA 患病可能存在交互作用,但国内有关的超重/肥胖和血脂异常的交互作用对 HUA 的影响尚缺乏流行病学资料。

本研究利用 2018 年西山煤电集团工人体检数据,了解超重/肥胖、血脂异常与 HUA 患病的关系,探讨超重/肥胖与血脂异常之间的交互作用,为 HUA 防治提供参考依据。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 以 2018 年西山煤电集团(山西太原)进行体检的员工为研究对象,包括体检基本信息体格检查和临床生化检测。2018 年体检人数共 53 530 人,首先排除了妊娠的妇女和严重基础疾病患者,其次排除 BMI、血脂 4 项和尿酸重要变量缺失者,最终 38 616 名研究对象纳入分析。本课题研究已获得广东药科大学伦理委员会的批准(广药大公德卫伦[2023]第 5 号),所有研究对象均自愿参加并签署知情同意书。

**1.2 方法** 本研究通过西山煤电职业病防治所授权获取体检数据,由西山煤电职业病防治所体检中心的

专业医师进行体检,检查内容包括:一般人口学资料(年龄、性别、吸烟和饮酒)、体格检查(身高、体重、BMI、血压)和影像学检查(心电图、B 超和胸片等);所有体检者要求空腹 8 小时以上,专业的医师和护士采集空腹静脉采血后由医院临床检测中心进行血糖、血脂四项、肝肾功能、生化全项等检测。

**1.3 指标定义** 超重/肥胖: BMI  $\geq 24$  kg/m<sup>2</sup><sup>[19]</sup>。HUA: 男性血清尿酸水平 > 420  $\mu$ mol/L, 女性血清尿酸水平 > 360  $\mu$ mol/L<sup>[20]</sup>。血脂异常: 总胆固醇  $\geq 6.2$  mmol/L, 或甘油三酯  $\geq 2.3$  mmol/L, 或高密度脂蛋白 < 1.0 mmol/L, 或低密度脂蛋白  $\geq 4.1$  mmol/L<sup>[21]</sup>。

**1.4 统计学分析** 对定量资料,若是正态分布一般统计描述采用  $\bar{x} \pm s$ , 组间比较采用两独立样本 *t* 检验;若是非正态分布则使用  $M(P_{25}, P_{75})$  进行统计描述,组间比较采用两独立样本秩和检验。对定性资料,使用百分比进行一般统计描述,采用  $\chi^2$  检验分析组间差异。研究变量与结局变量之间的关联采用二元 logistic 回归。相加交互作用采用聂志强等编写的 SAS 宏程序<sup>[22]</sup>,相加交互判断定律<sup>[23]</sup>:若 AB 两因素存在相加交互作用,则交互作用超额相对危险度(relative excess risk of interaction, RERI)和交互作用归因比(attributable proportion of interaction, API)的 95% 置信区间不含 0,且协同指数(synergy index, SI) 95% 置信区间不含 1。若 SI > 1,提示 AB 两因素可能存在协同作用;若 SI < 1,则提示可能存在拮抗作用。采用 SAS 9.3 软件进行数据管理和分析,检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 本研究共纳入 38 615 名研究对象,包括 31 395 名(81.30%)男性和 7 220 名(18.70%)女性,年龄中位数为 41 岁,其中 HUA 患者 7 059 例(18.28%),超重/肥胖 22 308 例(57.77%),血脂异常 13 239 例(34.28%),非 HUA 者和 HUA 患者超重/肥胖、血脂异常分布差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

表 1 研究对象的基本特征( $n = 38 615$ )

Table 1 Basic characteristics of research objects ( $n = 38 615$ )

变量	总人数	non-HUA ( $n = 31 556$ )	HUA ( $n = 7 059$ )	$Z/\chi^2$	<i>P</i>
年龄(岁)	41.00(32.00,49.00)	42.00(32.00,49.00)	36.00(30.00,47.00)	-23.387	<0.001
性别				511.681	<0.001
男	31 395(81.30)	24 986(79.18)	6 409(90.79)		
女	7 220(18.70)	6 570(20.82)	650(9.21)		
吸烟				21.368	<0.001
否	23 497(60.85)	19 373(61.39)	4 124(58.42)		
是	15 118(39.15)	12 183(38.61)	2 935(41.58)		
饮酒				136.498	<0.001

(续表)

变量	总人数	non-HUA (n=31 556)	HUA (n=7 059)	Z/ $\chi^2$	P
否	34 754 (90.00)	28 667 (90.84)	6 087 (86.23)		
是	3 861 (10.00)	2 889 (9.16)	972 (13.77)		
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.65 (22.39, 26.99)	24.24 (22.06, 26.49)	26.45 (24.26, 28.73)	47.566	<0.001
收缩压 (mm Hg)	81.00 (72.00, 89.00)	80.00 (72.00, 89.00)	84.00 (75.00, 92.00)	18.751	<0.001
舒张压 (mm Hg)	123.00 (113.00, 136.00)	122.00 (112.00, 135.00)	127.00 (116.00, 138.00)	17.726	<0.001
空腹血糖 (mmol/L)	4.90 (4.54, 5.33)	4.89 (4.53, 5.31)	4.93 (4.57, 5.40)	5.232	<0.001
总胆固醇 (mmol/L)	4.30 (3.80, 4.87)	4.25 (3.76, 4.80)	4.57 (4.03, 5.14)	27.872	<0.001
甘油三酯 (mmol/L)	1.45 (1.04, 2.08)	1.36 (1.00, 1.93)	1.91 (1.37, 2.76)	46.624	<0.001
低密度脂蛋白 (mmol/L)	2.67 (2.25, 3.03)	2.63 (2.22, 3.02)	2.82 (2.37, 3.08)	20.366	<0.001
高密度脂蛋白 (mmol/L)	1.16 (1.02, 1.33)	1.18 (1.03, 1.34)	1.11 (0.98, 1.26)	-23.385	<0.001
肌酐 ( $\mu$ mol/L)	76.90 (68.00, 86.50)	75.80 (67.10, 85.00)	82.50 (73.60, 92.40)	36.838	<0.001
尿酸 ( $\mu$ mol/L)	329.26 (274.22, 391.89)	309.49 (263.00, 354.97)	461.00 (435.26, 50.39)	129.431	<0.001
超重/肥胖				1 461.179	<0.001
否	16 307 (42.23)	14 760 (46.77)	1 547 (21.92)		
是	22 308 (57.77)	16 796 (53.23)	5 512 (78.08)		
血脂异常				1 158.104	<0.001
否	25 376 (65.72)	21 964 (69.60)	3 412 (48.34)		
是	13 239 (34.28)	9 592 (30.40)	3 647 (51.66)		

注:连续型变量表示为  $M(P_{25}, P_{75})$ ;分类变量表示为例数,百分比(%)。秩和检验选用 Normal Approximation 的双侧检验。

**2.2 超重/肥胖、血脂异常与 HUA 的关联分析** 为了探索超重/肥胖、血脂异常与 HUA 的关联,以 HUA 的存在为二元结局进行 logistic 回归分析,结果显示,超重/肥胖、血脂异常均是 HUA 患病的危险因素(均  $P < 0.001$ );在完全调整模型中(调整性别、年龄、吸

烟、饮酒、空腹血糖、收缩压、舒张压、肌酐),这种关联依旧显著,超重/肥胖人群比非超重/肥胖者患 HUA 的风险高 2.756 倍,而血脂异常患者比血脂正常者发生 HUA 的风险高 2.221 倍(均有  $P < 0.05$ ),见表 2。

**表 2** 超重/肥胖或血脂异常对 HUA 患病风险关联性分析

**Table 2** Analysis of the association between overweight/obesity or dyslipidemia and the risk of HUA

变量	变量分类	模型 1		模型 2		模型 3	
		OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P
超重/肥胖	否	1.00		1.00		1.00	
	是	3.131 (2.947 ~ 3.326)	<0.001	3.079 (2.894 ~ 3.276)	<0.001	2.756 (2.584 ~ 2.939)	<0.001
血脂异常	否	1.00		1.00		1.00	
	是	2.448 (2.322 ~ 2.579)	<0.001	2.405 (2.278 ~ 2.539)	<0.001	2.221 (2.100 ~ 2.349)	<0.001

注:模型 1:未调整;模型 2:调整性别、年龄、吸烟和饮酒;模型 3:调整性别、年龄、吸烟、饮酒、空腹血糖、收缩压、舒张压、肌酐。

**2.3 超重/肥胖与血脂异常对 HUA 的交互作用** 将是否患 HUA 作为因变量,以 BMI 正常且血脂正常组为参照,将超重/肥胖与血脂异常转化成虚拟变量纳入模型分析二者对 HUA 的交互作用,结果显示在完全调整模型中,以 BMI 正常且血脂正常者作为参照,超重/肥胖单独存在时发生 HUA 的风险是其 2.823 倍,血脂异常单独存在时发生 HUA 的风险是其 2.616 倍,超重/肥胖和血脂异常同时存在时患 HUA 的风险是其 4.840 倍(均  $P < 0.001$ )。相加交互作用结果显示,超重/肥胖与血脂异常对 HUA 患病存在协同相加交互作用,完全调整混杂变量后, RERI 为 0.400 (95% CI: 0.044 ~ 0.756),表示超重/肥胖与血脂异常相加交互作用和其单独作用之和的差值为 0.400;

API 是 0.083 (95% CI: 0.011 ~ 0.155),表示超重/肥胖与血脂异常同时存在的条件下,HUA 患病风险 8.3% 是由于两者的交互效应造成的,SI 值是 1.116 (95% CI: 1.010 ~ 1.235),即超重/肥胖与血脂异常同时存在的风险比二者独立风险总和大 1.116 倍。见表 3、4。

### 3 讨论

在这项横断面分析中,我们发现超重/肥胖和血脂异常对 HUA 患病风险存在正向的相加交互作用,这意味着超重/肥胖和血脂异常是 HUA 的协同危险因素,这两个因素结合起来的危险大于独立风险的总和。

表 3 超重/肥胖与血脂异常对 HUA 患病风险相加交互作用的定性分析

Table 3 Qualitative analysis of the additive interaction between overweight/obesity and dyslipidemia on the risk of HUA

超重/肥胖	血脂异常	总人数/病例	模型 1		模型 2		模型 3	
			OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
否	否	13 007/975	1.00		1.00		1.00	
否	是	3 300/572	2.588(2.315 ~ 2.892)	<0.001	2.664(2.378 ~ 2.983)	<0.001	2.616(2.331 ~ 2.936)	<0.001
是	否	12 369/2 347	3.028(2.798 ~ 3.277)	0.013	3.048(1.057 ~ 1.498)	<0.001	2.823(2.600 ~ 3.066)	<0.001
是	是	9 939/3 075	5.528(5.114 ~ 5.976)	<0.001	5.472(5.050 ~ 5.929)	<0.001	4.840(4.452 ~ 5.261)	<0.001

表 4 超重/肥胖与血脂异常对 HUA 患病风险相加交互作用的定量分析

Table 4 Quantitative analysis of the additive interaction between overweight/obesity and dyslipidemia on the risk of HUA

评价指标	模型 1	模型 2	模型 3
RERI (95% CI)	0.913(0.556 ~ 1.270)	0.760(0.391 ~ 1.129)	0.400(0.044 ~ 0.756)
API (95% CI)	0.165(0.104 ~ 0.227)	0.139(0.074 ~ 0.204)	0.083(0.011 ~ 0.155)
SI (95% CI)	1.253(1.141 ~ 1.375)	1.205(1.205 ~ 1.325)	1.116(1.013 ~ 1.235)

我们目前的研究发现,调整性别、年龄、吸烟、饮酒、空腹血糖、收缩压、舒张压和血清肌酐后,超重/肥胖与 HUA 之间呈显著的正相关。这与吴子瑜等人<sup>[24]</sup>的研究结果相似,该研究发现超重/肥胖与 HUA 高患病风险独立相关。王雪洁<sup>[25]</sup>同样发现 HUA 与高脂血症、体重指数相关。肥胖可能由以下机制导致 HUA:肥胖加速磷酸核糖焦磷酸的合成,进一步增加尿酸的生成<sup>[26]</sup>;大量脂肪分解引起的酸性代谢产物的累积抑制了尿酸的排泄<sup>[11,27]</sup>;脂肪组织分泌的瘦素、脂联素等多种脂肪因子,可使得尿酸排泄减少或生成增加<sup>[28]</sup>;肥胖损伤胰岛素受体系统,进一步促进尿酸重吸收,产生 HUA<sup>[11,29]</sup>。此外,减肥饮食也有助于降低尿酸浓度<sup>[30]</sup>。

脂代谢与 HUA 关系密切。一项针对中国多民族队列(CMEC)中 30 至 79 岁的 16 092 名参与者的研究发现,侗族、苗族和布依族成年人的高尿酸水平与血脂异常有关<sup>[31]</sup>。在本研究中同样发现血脂异常是 HUA 的独立危险因素。此外,在孟加拉国成人和美国青少年中也观察到血清尿酸水平和血清低密度脂蛋白、总胆固醇和甘油三酯水平呈正相关,而与高密度脂蛋白水平呈负相关<sup>[32-33]</sup>;伊朗人群的研究结果显示,血脂谱与尿酸水平有关,尤其是甘油三酯的相关性最高<sup>[34]</sup>。一项针对中国老年人 6 年的随访研究表明,高水平的甘油三酯和低水平的高密度脂蛋白增加了该前瞻性队列的高尿酸血症发生率<sup>[35]</sup>。HUA 的发病机制可能与脂代谢紊乱有关。临床上认为,炎症因子参与了 HUA 的发生发展过程,而高密度脂蛋白对促炎细胞因子介导的炎性反应具有负向调节作用,当高密度脂蛋白水平降低时,可能会加重炎症反应<sup>[36-37]</sup>。此外,还有研究认为脂肪代谢过程中产生的酮体会抑制血清尿酸的排泄,从而增加血尿酸水平<sup>[11]</sup>。

许多研究报道,超重/肥胖不仅是 HUA 的诱发因

素,也是影响血脂异常的重要因素<sup>[38-39]</sup>。一项针对湖南省 60 岁以上老年人的研究中,BMI 是血脂异常的最强预测指标<sup>[40]</sup>。许多研究表明,肥胖是血脂异常的危险因素<sup>[41-42]</sup>。因此超重/肥胖、血脂异常和 HUA 三者互有关联。在这里,我们发现了即超重/肥胖、血脂异常和 HUA 之间存在协同相加交互作用,即超重/肥胖、血脂异常两种暴露因素同时存在对 HUA 事件的风险大于两种因素单独暴露的风险及其总和,该协同相加交互风险是两者单独产生风险之和的 1.116 倍,二者协同交互作用所导致的罹患 HUA 的风险与二者单独作用之和的差值为 0.400,全部 HUA 患者中 8.3% 的病例归因于该协同作用。未来需要进一步研究这些因素之间的相互作用机制。因此,建议临床医生在对 HUA 患者进行常规药物治疗的同时,应关注改善患者超重/肥胖,积极干预血脂水平。

我们的研究优势在于以下几个方面。首先以前的研究表明,超重/肥胖、血脂异常是 HUA 的独立危险因素,但很少有研究表明它们与 HUA 之间存在相互作用。在这里,我们发现超重/肥胖、血脂异常对 HUA 的协同作用。第二,本研究的样本量较大,能在一定程度上真实反映数据的准确性,更具有说服力。

这项研究存在一些潜在的局限性。首先这是一项横断面调查,准确性和泛化性较差,因此我们无法确定因果关系或排除双向关系。其次,虽然本研究在分析过程中调整了混杂因素,但作为观察性研究,可能存在潜在的残余混杂因素。在目前的研究中,我们没有考虑药物和饮食。最后,样本来自是西山煤电集团工人,不一定能较好的代表全人群,外推性受限。

综上所述,超重/肥胖、血脂异常均增加对 HUA 患病风险,且二者对 HUA 患病存在协同相加交互作用。提示对于 HUA 的防治,除积极有效地控制原发性疾病外,还应着力改善患者的超重/肥胖和血脂异常状态。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

## 参考文献

- [1] Ding N, He LD, Li CL, et al. Uric acid and blood pressure in NHANES from 2009 to 2018: A cross-sectional research [J]. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 2022, 32(11): 2568-2578.
- [2] Su HY, Liu T, Li YP, et al. Serum uric acid and its change with the risk of type 2 diabetes: A prospective study in China [J]. *Primary Care Diabetes*, 2021, 15(6): 1002-1006.
- [3] Dalbeth N, Gosling AL, Gaffo A, et al. Gout [J]. *Lancet*, 2021, 397(10287): 1843-1855.
- [4] Copur S, Demiray A, Kanbay M. Uric acid in metabolic syndrome: Does uric acid have a definitive role? [J]. *European Journal of Internal Medicine*, 2022, 103: 4-12.
- [5] Li Y, Shen ZY, Zhu BW, et al. Demographic, regional and temporal trends of hyperuricemia epidemics in mainland China from 2000 to 2019: a systematic review and meta-analysis [J]. *Global Health Action*, 2021, 14(1): 1874652.
- [6] Zhang M, Zhu XX, Wu J, et al. Prevalence of hyperuricemia among Chinese adults: findings from two nationally representative cross-sectional surveys in 2015-16 and 2018-19 [J]. *Frontiers in Immunology*, 2021, 12: 791983.
- [7] Piao W, Zhao L, Yang Y, et al. The prevalence of hyperuricemia and its correlates among adults in China: results from CNHS 2015-2017 [J]. *Nutrients*, 2022, 14(19): 4095.
- [8] Song J, Jin CY, Shan ZY, et al. Prevalence and risk factors of hyperuricemia and gout: a cross-sectional survey from 31 provinces in mainland China [J]. *Journal of Translational Internal Medicine*, 2022, 10(2): 134-145.
- [9] Li LJ, Zhang YP, Zeng CC. Update on the epidemiology, genetics, and therapeutic options of hyperuricemia [J]. *American Journal of Translational Research*, 2020, 12(7): 3167-3181.
- [10] 杨媛,周光清,李宛霖,等.不同肥胖指标在高尿酸血症风险预测中的应用价值比较研究[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(4): 453-460.
- Yang Y, Zhou GQ, Li WL, et al. Comparcomparative study of the value of different obesity indicators in risk prediction of hyperuricemia [J]. *Chinese General Practice*, 2022, 25(4): 453-460.
- [11] Gil-Campos M, Aguilera CM, Cañete R, et al. Uric acid is associated with features of insulin resistance syndrome in obese children at prepubertal stage [J]. *Nutricion Hospitalaria*, 2009, 24(5): 607-613.
- [12] 唐钧,曹红梅.男性高尿酸血症患者血脂代谢分析[J]. *标记免疫分析与临床*, 2020, 27(6): 1019-1021, 1073.
- Tang J, Cao HM. Analysis of blood lipid metabolism in male patients with hyperuricemia [J]. *Labeled Immunoassays & Clinical Medicine*, 2020, 27(6): 1019-1021, 1073.
- [13] 刘宁.高尿酸血症通过上调肝脏 LPCAT3 诱发脂代谢紊乱的机制研究 [D]. 合肥:安徽医科大学, 2021.
- Liu N. Mechanism research on hyperuricemia inducing lipid metabolism disorder by upregulating hepatic LPCAT3 [D]. Hefei: Anhui Medical University, 2021.
- [14] 孔垂根.高尿酸血症与脂代谢紊乱及冠心病相关因素研究 [J]. *名医*, 2021, (4): 53-54.
- Kong CG. Study on the related factors of hyperuricemia and lipid metabolism disorder and coronary heart disease [J]. *Renowned Doctor*, 2021(4): 53-54.
- [15] Wang HP, Xu YY, Xu BL, et al. Correlation between abdominal fat distribution and serum uric acid in patients recently diagnosed with type 2 diabetes [J]. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 2023, 16: 3751-3762.
- [16] Ni Q, Lu XM, Chen CC, et al. Risk factors for the development of hyperuricemia: A STROBE-compliant cross-sectional and longitudinal study [J]. *Medicine*, 2019, 98(42): e17597.
- [17] Nakanishi N, Tataru K, Nakamura K, et al. Risk factors for the incidence of hyperuricaemia; a 6-year longitudinal study of middle-aged Japanese men [J]. *International Journal of Epidemiology*, 1999, 28(5): 888-893.
- [18] Derosa G, Maffioli P, Sahebkar A. Plasma uric acid concentrations are reduced by fenofibrate: A systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials [J]. *Pharmacological Research*, 2015, 102: 63-70.
- [19] 中国营养学会肥胖防控分会,中国营养学会临床营养分会,中华预防医学学会行为健康分会,等.中国居民肥胖防治专家共识 [J]. *中国预防医学杂志*, 2022, 23(5): 321-339.
- Chinese Nutrition Society Obesity Prevention and Control Section, Chinese Nutrition Society Clinical Nutrition Section, Chinese Preventive Medicine Association Behavioral Health Section, et al. Chinese residents of obesity prevention and treatment expert consensus [J]. *China Preventive Medicine*, 2022, 23(5): 321-339.
- [20] 中华医学会内分泌学分会.高尿酸血症和痛风治疗的中国专家共识 [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2013, 29(11): 913-920.
- Endocrine Society of Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on the treatment of gout and hyperuricaemia [J]. *Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2013, 29(11): 913-920.
- [21] 中华医学会,中华医学会杂志社,中华医学会全科医学分会,等.血脂异常基层诊疗指南(实践版·2019) [J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18(5): 417-421.
- Chinese Medical Association, Journal of Chinese Medical Association, General Practice Branch of Chinese Medical Association, et al. Guideline for primary care of dyslipidemias: practice version (2019) [J]. *Chinese Journal of General Practitioners*, 2019, 18(5): 417-421.
- [22] 聂志强,欧艳秋,庄建,等.实现 logistic 与 Cox 回归相乘相加交互作用的临床实践宏程序 [J]. *中华流行病学杂志*, 2016, 37(5): 737-740.
- Nie ZQ, Ou YQ, Zhuang J, et al. Application of SAS macro to evaluated multiplicative and additive interaction in logistic and Cox regression in clinical practices [J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2016, 37(5): 737-740.
- [23] 刘览,吴雪霁,利耀辉,等.血脂异常与高血压对糖尿病患病的交互作用 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2021, 29(5): 356-360.
- Liu L, Wu XJ, Li YH, et al. Interaction effect of dyslipidemia and hypertension on diabetes mellitus [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2021, 29(5): 356-360.

- [24] 吴子瑜,郭太林,何岩燕. 老年人群体重指数,血清尿酸水平与高尿酸血症的相关性研究[J]. 现代医药卫生,2022,38(23): 3997-4000, 4005.  
Wu ZY, Guo TL, He YY. Study on the Correlation between body mass index, serum uric acid levels, and hyperuricemia in the elderly population[J]. Modern Medicine and Health, 2022, 38(23): 3997-4000, 4005.
- [25] 王雪洁. 北京市某体检人群高尿酸血症与高脂血症,体重指数的相关性研究[J]. 中国卫生产业,2020,17(12):181-182, 187.  
Wang XJ. Study on the correlation between hyperuricemia and hyperlipidemia, body mass index in a physical examination population in Beijing[J]. China Health Industry, 2020, 17(12): 181-182, 187.
- [26] Ahmadi H, Azar S. Effects of Sodium glucose cotransporter-2 inhibitors on serum uric acid in type 2 diabetes mellitus [J]. Diabetes Technology & Therapeutics, 2017, 19(9): 507-512.
- [27] 刘双,董红敬,陈盼盼,等. 天然多酚类成分缓解高尿酸血症及其机制研究进展[J]. 山东科学,2024,37(2):12-19.  
Liu S, Dong HJ, Chen PP, et al. Research progress of natural polyphenols to alleviate hyperuricemia and its mechanism [J]. Shandong Science, 2024, 37(2): 12-19.
- [28] Wonderkun YT. Obesity, insulin resistance, and type 2 diabetes: Associations and therapeutic implications[J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, 2020, 13: 3611-3616.
- [29] Zong J, Sun Y, Zhang YQ, et al. Correlation between serum uric acid level and central body fat distribution in patients with type 2 diabetes[J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, 2020, 13: 2521-2531.
- [30] Yokose C, McCormick N, Rai SK, et al. Effects of Low-Fat, Mediterranean, or Low-Carbohydrate weight loss diets on serum urate and cardiometabolic risk factors: a secondary analysis of the dietary intervention randomized controlled trial (DIRECT) [J]. Diabetes Care, 2020, 43(11): 2812-2820.
- [31] Peng L, Liu LL, Ma NN, et al. The dose-response relationship of serum uric acid with Dyslipidaemia and its components: a cross-sectional study of a Chinese multi-ethnic cohort [J]. Lipids in Health and Disease, 2022, 21(1): 36.
- [32] Ali N, Rahman S, Islam S, et al. The relationship between serum uric acid and lipid profile in Bangladeshi adults [J]. BMC Cardiovascular Disorders, 2019, 19(1): 42.
- [33] Shi QQ, Wang R, Zhang HF, et al. Association between serum uric acid and cardiovascular disease risk factors in adolescents in America: 2001-2018[J]. PLOS One, 2021, 16(8): e0254590.
- [34] Soori H, Rezapoor P, Najafimehr H, et al. Comparative analysis of anthropometric indices with serum uric acid in Iranian healthy population[J]. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 2022, 36(2): e24246.
- [35] Xu Y, Dong HY, Zhang BY, et al. Association between dyslipidaemia and the risk of hyperuricaemia: a six-year longitudinal cohort study of elderly individuals in China[J]. Annals of Medicine, 2022, 54(1): 2402-2410.
- [36] 张晶,田雪朦,杜兰平,等. 健康人来源高密度脂蛋白对小鼠骨髓来源巨噬细胞炎症反应的调控作用研究[J]. 中药,2022,17(7):1056-1060.  
Zhang J, Tian XM, Du LP, et al. Regulatory effect of high-density lipoprotein from healthy donors on the inflammatory response of mouse bone marrow-derived macrophages [J]. Traditional Chinese Medicine, 2022, 17(7): 1056-1060.
- [37] 周茹,张明. 痛风、高尿酸血症与肥胖及脂代谢紊乱的关系[J]. 世界中西医结合杂志,2014,9(5):554-557.  
Zhou R, Zhang M. The relationship between gout, hyperuricemia, obesity, and lipid metabolism disorder [J]. World Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2014, 9(5): 554-557.
- [38] Vekic J, Zeljkovic A, Stefanovic A, et al. Obesity and dyslipidemia[J]. Metabolism, 2019, 92: 71-81.
- [39] 贾宏伟,邓琼英,刘鹏,等. 广西瑶族成人肥胖指标与血脂异常和高血压的关系[J]. 卫生研究,2022,51(5):746-752.  
Jia HW, Deng QY, Liu P, et al. The relationship between obesity index and dyslipidemia and hypertension in Guangxi[J]. Journal of Hygiene Research, 2022, 51(5): 746-752.
- [40] 刘意,金东辉,刘琼,等. 湖南省 13 个监测点 60 岁及以上老人肥胖指标与高血压及血脂异常的切点研究[J]. 实用预防医学, 2022,29(10):1215-1218.  
Liu Y, Jin DH, Liu Q, et al. Cut-point study on obesity index and hypertension and dyslipidemia in the elderly aged 60 years and above at 13 monitoring sites in Hunan Province [J]. Practical Preventive Medicine, 2022, 29(10): 1215-1218.
- [41] 武恩平,刘奕廷,李建彬. 2018 年郑州市 18 岁及以上居民血脂异常流行特征及影响因素分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2019,27(9):679-683.  
Wu EP, Liu YT, Li JB. Analysis of the epidemic characteristics and influencing factors of dyslipidemia among residents aged 18 years and above in Zhengzhou in 2018 [J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2019, 27(9): 679-683.
- [42] 邵英,许晓君,许燕君,等. 广东省 2018 年 ≥18 岁人群血脂异常流行特征及相关因素分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2022, 30(11):825-830.  
Shao Y, Xu XJ, Xu YJ, et al. Analysis of dyslipidemia prevalence characteristics and related factors of 18-year-old people in Guangdong province in 2018 [J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2022, 30(11): 825-830.