



安徽医科大学学报

Acta Universitatis Medicinalis Anhui

ISSN 1000-1492, CN 34-1065/R

## 《安徽医科大学学报》网络首发论文

题目： 中年人胰岛素抵抗与心血管代谢指标的关联  
作者： 田蕊，张洁，郑婷，张爱霞，刘星，康豪，邓清方，王素芳  
收稿日期： 2026-03-22  
网络首发日期： 2026-05-11  
引用格式： 田蕊，张洁，郑婷，张爱霞，刘星，康豪，邓清方，王素芳. 中年人胰岛素抵抗与心血管代谢指标的关联[J/OL]. 安徽医科大学学报.  
<https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20260510.1308.008>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

## 中年人胰岛素抵抗与心血管代谢指标的关联

田蕊<sup>1</sup>, 张洁<sup>2</sup>, 郑婷<sup>2</sup>, 张爱霞<sup>2</sup>, 刘星<sup>2</sup>, 康豪<sup>1</sup>, 邓清方<sup>1</sup>, 王素芳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>安徽医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 合肥 230032; <sup>2</sup>合肥市瑶海区红光街道社区卫生服务中心, 合肥 230011)

2026-03-22 接收

基金项目：国家自然科学基金项目（编号：81102125）

作者简介：田蕊，女，硕士研究生；

王素芳，女，博士，教授，通信作者，E-mail:wangsufangdev@ahmu.edu.cn

**摘要 目的** 探讨中年人群胰岛素抵抗（IR）与心血管代谢指标（血压、血脂、血尿酸）的关联。

**方法** 基于中盐集团红四方队列基线调查，纳入研究对象 575 例，根据胰岛素抵抗指数指数分为 IR 组（ $n = 116$ ）与非 IR 组（ $n = 459$ ）。采用  $t$  检验、卡方检验比较组间差异，多因素 Logistic 回归模型评估 IR 与各项代谢指标异常的关联强度。**结果** 共纳入 575 例研究对象，其中男性 390 例，女性 185 例，平均年龄（ $48.58 \pm 5.14$ ）岁，平均身体质量指数（BMI）（ $24.16 \pm 2.97$ ） $\text{kg/m}^2$ 。IR 组血压、血尿酸及血脂指标均高于非 IR 组（ $P < 0.001$ ）；调整年龄、性别及 BMI 等混杂因素后，IR 与高血压、血脂异常及高尿酸血症显著独立关联（均  $P < 0.001$ ），其关联强度（OR 及 95% CI）分别为 2.57（1.61~4.09）、3.81（2.36~6.17）及 2.68（1.53~4.71）。**结论** 中年人群 IR 与多项心血管代谢风险因子强相关，应加强其水平监测以助力疾病早期防控。

**关键词** 胰岛素抵抗；高血压；血脂异常；高尿酸血症；心血管代谢风险；中年人群；Logistic 回归

**中图分类号** R 587.1

**文献标志码** A

### Association between insulin resistance and cardiovascular metabolic indicators in middle-aged adults

Tian Rui<sup>1</sup>, Zhang Jie<sup>2</sup>, Zheng Ting<sup>2</sup>, Zhang Aixia<sup>2</sup>, Liu Xing<sup>2</sup>, Kang Hao<sup>1</sup>, Deng Qingfang<sup>1</sup>,

Wang Sufang<sup>1</sup>

1, Hefei Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Anhui Medical University 230032 ; 2, Hongguang Community Healthcare Center, Yaohai District, Hefei 230011)

**Abstract Objective** To investigate the association between insulin resistance (IR) and cardiovascular metabolic indicators, including blood pressure, blood lipids, and serum uric acid, in a middle-aged population. **Methods** Based on the baseline survey of the Hong Sifang cohort of China National Salt Industry Group, a total of 575 participants were included. According to the homeostasis model assessment of insulin resistance, the participants were divided into an IR group ( $n = 116$ ) and a non-IR group ( $n = 459$ ). Differences between the two groups were compared using the t-test and chi-square test. Multivariate logistic regression analysis was performed to evaluate the associations between IR and abnormalities in metabolic indicators. **Results** A total of 575 participants were included, including 390 men and 185 women, with a mean age of ( $48.58 \pm 5.14$ ) years and a mean body mass index (BMI) of ( $24.16 \pm 2.97$ ) kg/m<sup>2</sup>. Blood pressure, serum uric acid, and blood lipid levels were significantly higher in the IR group than in the non-IR group ( $P < 0.001$ ). After adjusting for potential confounders including age, sex, and BMI, IR was independently associated with hypertension, dyslipidemia, and hyperuricemia, with odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) of 2.57 (1.61-4.09), 3.81 (2.36-6.17), and 2.68 (1.53-4.71), respectively (all  $P < 0.001$ ). **Conclusion** Insulin resistance is significantly associated with multiple cardiovascular metabolic risk factors in the middle-aged population. Monitoring IR may contribute to the early prevention and control of cardiovascular diseases.

**Key words** insulin resistance; hypertension; dyslipidemia; hyperuricemia; cardiovascular metabolic risk; middle-aged population; logistic regression

**Found program** National Natural Science Foundation of China (No. 81102125)

**Corresponding author** Wang Sufang, E-mail: wangsufangdev@ahmu.edu.cn

胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR) 是一种病理状态, 其特征为机体对特定剂量胰岛素的生物敏感性降低, 无法产生预期的生理响应, 是多重心血管代谢性疾病的共同病理基础<sup>[1,2]</sup>。既往研究显示<sup>[3]</sup>, IR 与血压、血脂及尿酸代谢紊乱之间存在密切且复杂的交互作用。IR 可通过激活交感神经系统、促进钠重吸收诱发高血压, 通过干扰脂质代谢及肾上血管内皮促进动脉硬化<sup>[4]</sup>, 并可能通过抑制肾尿酸排泄导致高尿酸血症。尽管上述机制已初步明确, 但目前国内针对中年这一代谢转折期人群的系统研究仍较匮乏。中年人群常伴随高职业应激及生活方式改变,

IR 与多项代谢指标的协同演变规律尚未完全阐明，且缺乏在同一队列中对 IR 与血压、血脂、尿酸关联强度的量化比较。因此，该研究基于横断面设计，旨在探讨中年职业人群中 IR 与高血压、血脂异常及高尿酸血症的独立关联，为该人群心血管代谢疾病的早期干预提供循证支撑。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 研究对象

本研究数据来自中盐集团红四方队列研究的基线调查。合肥市红光社区卫生服务中心为中盐集团安徽红四方股份有限公司的长期体检合作单位，课题组与合肥市红光社区卫生服务中心合作，自 2019 年开始建立“中盐集团安徽红四方研究队列”，中盐集团安徽红四方股份有限公司的所有在职员工均纳入该队列，2019 年 11 月—2020 年 6 月完成基线调查。本研究选取该队列中 40~60 岁员工，共纳入调查对象 575 例，其中男性 390 例，女性 185 例，平均年龄（48.58 ± 5.14）岁。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 问卷调查

为了增加调查对象的配合度及获取问卷信息的准确性，问卷调查安排在职工体检之后单独进行。采用结构化问卷、由经培训的调查员与调查对象进行面对面访谈调查。内容包括人均年收入、受教育程度、吸烟和饮酒状况、体力活动水平、食物频率表、当前及既往疾病史以及医疗治疗情况等。

#### 1.2.2 体格测量

① 身高(m)：使用电子身高仪测量，量程 2 m，精度到 0.1 cm。受试者脱鞋后直立放松站立于底板，待仪器提示完成后记录显示数值。② 体质量(kg)：采用电子秤测量，量程 150 kg，精度到 0.1 kg。受试者脱鞋、去除厚重衣物及金属物品，平稳站立至数值稳定，记录最终读数。③ 血压 (mmHg)：坐位安静休息  $\geq 5$  min，上臂与心脏齐平。使用经验证的上臂式电子血压计及标准袖带测量，每次间隔 30~60 s，取 2 次平均值记录；若收缩压或舒张压 2 次差值  $> 10$  mmHg，则测第 3 次并取 3 次均值。

#### 1.2.3 生化指标

采用抗凝真空采血管收集研究对象的空腹静脉血样本。采血完成后，首先进行血常规检测，随后将血液分装于离心管中，并对每份样本与受试者编号进行严格匹配。在运输过程中，所有

样本均放置于专用保温箱内，以防止发生凝固或变质。最终，样本被送至安徽医科大学实验室进行进一步处理。利用全自动生化分析仪检测多项血清指标，包括三酰甘油(triglycerides, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、尿酸(uric acid, UA)及空腹血糖。此外，空腹胰岛素浓度通过放射免疫分析法进行测定。

### 1.3 变量的定义

① IR: 稳态模型胰岛素抵抗指数(homeostatic model assessment of insulin resistance index, HOMA - IR) = (空腹血糖 × 空腹胰岛素) / 22.5, 根据中国的流行病学调查<sup>[5]</sup>, 本研究以 HOMA-IR ≥ 2.69 判定为 IR; ② 高血压: 在未使用降压药物的情况下, 收缩压(systolic blood pressure, SBP) ≥ 140mmHg 和/或舒张压(diastolic blood pressure, DBP) ≥ 90mmHg; ③ 高尿酸血症: 指女性血 UA ≥ 360 μmol/L, 男性血 UA ≥ 420 μmol/L; ④ 血脂异常: 指 TC ≥ 6.22 mmol/L (高胆固醇血症)、TG ≥ 2.26 mmol/L (高三酰甘油血症)、LDL-C ≥ 4.14 mmol/L (高低密度脂蛋白血症)、HDL-C < 1.0 mmol/L (低高密度脂蛋白血症), 满足上述任意一项即为血脂异常。

### 1.4 统计学处理

用 EpiData 3.1 对有效调查问卷进行双录入, 采用 SPSS 20.0 软件分析本研究的数据, 符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用 *t* 检验; 计数资料以 *n*(%)表示, 组间比较采用卡方检验; 采用 Pearson 相关系数进行相关性分析; 采用多因素 Logistic 回归分析 IR 与高血压、高尿酸及血脂异常的关联程度; *P*<0.05 为差异有统计学意义。纳入多因素 Logistic 回归模型的混杂因素基于以下标准选择: 在已有生物学或流行病学文献中已被证实与 IR 及目标代谢性疾病相关; 以及在本研究中的单因素分析中, 与核心自变量(IR)或结局变量相关联(*P*<0.05)。在构建多因素模型前, 对自变量进行了多重共线性诊断, 所有变量的方差膨胀因子均<2, 表明不存在严重的多重共线性问题。

## 2 结果

### 2.1 IR 组与非 IR 组基本特征的比较

575 例研究对象中, 116 例为 IR, IR 患病率 20.2%。IR 组的身体质量指数(body mass index,

BMI) 明显高于非 IR 组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ) ; 两组的性别、年龄、受教育程度、吸烟史、饮酒史及糖尿病史比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 1。

表 1 IR 不同分组间人群特征的差异性[ $n$  (%),  $\bar{x} \pm s$ ]

Tab.1 Differences in population characteristics between different insulin resistance groups  
[ $n$  (%),  $\bar{x} \pm s$ ]

Variable	Total ( $n=575$ )	Non-IR group ( $n=459$ )	IR group ( $n=116$ )	$t/\chi^2$ value	$P$ value
Sex				2.653	0.103
Male	390(67.83)	304(77.95)	86(22.05)		
Female	185(32.17)	155(83.78)	30(16.22)		
Age (years)	48.58 $\pm$ 5.14	48.00 $\pm$ 5.13	49.21 $\pm$ 5.17	-1.482	0.139
Educational level				1.109	0.574
Junior high school or below	128(22.30)	100(21.79)	28(24.14)		
High school	377(65.60)	300(65.36)	77(66.38)		
College or above	70(12.20)	59(12.85)	11(9.49)		
Annual per capita income (yuan)				4.761	0.446
$\leq 30\ 000$	174(30.30)	136(29.63)	38(32.76)		
$>30\ 001-60\ 000$	267(46.40)	212(46.19)	55(47.41)		
$> 60\ 000$	134(23.30)	107(23.31)	23(19.83)		
Smoking status				1.119	0.571
Never	346 (60.20)	277(60.35)	69(59.48)		
Former	33 (5.70)	24(5.23)	9(7.76)		
Current	196(34.10)	158(34.42)	38(32.76)		
Alcohol consumption				7.049	0.070
Never	434(75.48)	345(75.16)	89(76.72)		
Former	13(2.30)	13(2.83)	0(0)		
Current	128(22.30)	101(22.00)	27(23.28)		

BMI				42.623	<0.001
Underweight	6(1.04)	6(1.31)	0(0)		
Normal	273(47.48)	248(54.03)	25(21.55)		
Overweight	295(51.30)	205(44.66)	91(78.45)		
History of diabetes				3.046	0.081
Yes	27(4.70)	18(3.92)	9(7.76)		
No	548(95.3)	441(96.08)	107(92.24)		

## 2.2 IR 组与非 IR 组间血压、血脂、血尿酸水平的比较

IR 组的 SBP、DBP、UA、TG、TC 及 LDL-C 水平均高于非 IR 组，而血清 HDL-C 水平低于非 IR 组，差异有统计学意义(均  $P<0.001$ )。见表 2。

表 2 IR 组与非 IR 组间血压、血脂、血尿酸水平的比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Comparison of blood pressure, lipid profiles, and serum uric acid levels between the insulin resistance group and the non-insulin resistance group ( $\bar{x} \pm s$ )

Group	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	UA ( $\mu\text{mol/L}$ )	TC (mmol/L)	TG (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)
Non-IR	132.84 $\pm$ 16.93	82.68 $\pm$ 10.77	314.57 $\pm$ 76.95	4.84 $\pm$ 0.86	1.53 $\pm$ 1.31	1.41 $\pm$ 0.32	2.70 $\pm$ 0.68
IR	143.84 $\pm$ 17.63	89.29 $\pm$ 9.91	355.90 $\pm$ 82.16	5.22 $\pm$ 1.11	2.84 $\pm$ 2.18	1.21 $\pm$ 0.20	2.97 $\pm$ 0.92
<i>t</i> value	-6.005	-6.196	-5.097	-4.004	-8.304	6.725	-3.465
<i>P</i> value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

## 2.3 IR 组与非 IR 组间心血管代谢指标异常及患病率的比较

IR 组的高血压、高尿酸血症及血脂异常的患病率高于非 IR 组(均  $P<0.001$ )，见表 3。高血压与血脂异常进一步细分，IR 组高 SBP、高 DBP、高 TC、高 TG、低 HDL-C 及高 LDL-C 率均显著高于非 IR 组(均  $P<0.05$ )，见表 4。

表 3 IR 组与非 IR 组间高血压、高尿酸血症及血脂异常率的比较[n(%)]

Tab.3 Comparison of the prevalence of hypertension, hyperuricemia, and dyslipidemia between the insulin resistance group and the non-insulin resistance group [n(%)]

Group	Total (n)	Hypertension	Hyperuricemia	Dyslipidemia
Non-IR	459	166(36.17)	47(10.24)	240(52.29)
IR	116	74(63.79)	30(25.86)	90(77.59)
$\chi^2$ value		29.065	19.486	24.236
P value		<0.001	<0.001	<0.001

表 4 IR 组与非 IR 组间高血压、血脂异常细分类患病率的比较[n(%)]

Tab.4 Comparison of the prevalence of hypertension and subclasses of dyslipidemia between the insulin resistance group and the non-insulin resistance group [n(%)]

Group	Elevated SBP	Elevated DBP	High TC	High TG	Low HDL-C	High LDL-C
Non-IR	156(33.99)	112(24.40)	143(31.15)	106(23.09)	64(13.94)	63(13.73)
IR	65(56.03)	58(50.00)	53(45.69)	70(60.34)	30(25.86)	27(23.28)
$\chi^2$ value	19.022	29.140	8.707	60.497	9.619	6.397
P value	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	0.002	0.011

#### 2.4 HOMA-IR 与各心血管代谢指标之间的相关性

采用 Pearson 相关分析 HOMA-IR 与多个代谢指标之间的相关性，结果显示 HOMA-IR 与收缩压、舒张压、总胆固醇、总甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸水平均呈正相关( $P<0.05$ )，而与高密度脂蛋白胆固醇呈负相关( $P<0.05$ )，相关系数见表 5。

表 5 HOMA-IR 与心血管代谢指标之间的相关性

Tab. 5 Correlation between the insulin resistance index and cardiovascular metabolic indicators

Item		SBP	DBP	UA	TC	TG	HDL-C	LDL-C
HO MA	<i>r</i> value	0.247	0.250	0.099	0.118	0.218	-0.229	0.111
-IR	<i>P</i> value	<0.001	<0.001	0.017	0.005	<0.001	<0.001	0.008

## 2.5 多因素 Logistic 回归分析与 IR 与心血管代谢指标异常的关联

本研究以 IR 为自变量，分别以是否患高血压、高尿酸血症、血脂异常作为因变量，采用多因素 Logistic 回归分析，量化 IR 与高血压、血脂异常、高尿酸的关联强度。在构建多因素模型前，对连续型自变量进行了多重共线诊断，所有变量的方差膨胀因子均 $<2$ ，表明不存在严重的多重共线性问题。构建了 3 个模型验证稳健性，其中，模型 1 未经调整，模型 2 调整了年龄、性别、受教育程度、年人均收入、吸烟状况以及饮酒状况，模型 3 进一步调整了年龄、性别、受教育程度、年人均收入、吸烟状况、饮酒状况、BMI、糖尿病家族史、体力活动水平以及膳食风险评分（基于食物频率表量化）这些混杂因素。表 6 显示：在调整了各种混杂因素后（模型 3），IR 显著增加高血压（ $OR = 2.57, 95\%CI: 1.61\sim 4.09$ ）、血脂异常（ $OR = 3.81, 95\%CI: 2.36\sim 6.17$ ）与高尿酸血症（ $OR = 2.68, 95\%CI: 1.53\sim 4.71$ ）的患病风险。结果表明：在排除人口学特征、生活方式及 BMI 等混杂因素的干扰后，IR 与上述 3 项心血管代谢指标异常均保持强关联性（均  $P < 0.001$ ），证明 IR 是该中年职业人群心血管代谢风险的独立危险因素。各主要模型拟合优度经 Hosmer-Lemeshow 检验，结果显示拟合良好（ $P > 0.05$ ）。

表 6 IR 与高血压、血脂异常、高尿酸血症的 Logistic 回归分析

Tab.6 Logistic regression analysis of insulin resistance with hypertension, dyslipidemia, and hyperuricemia

IR	Hypertension		Dyslipidemia		Hyperuricemia	
	<i>OR</i> (95% <i>CI</i> )	<i>P</i> value	<i>OR</i> (95% <i>CI</i> )	<i>P</i> value	<i>OR</i> (95% <i>CI</i> )	<i>P</i> value
Model 1	3.11(2.04-4.75)	<0.001	3.97(2.57-6.12)	<0.001	3.19(1.93-5.27)	<0.001
Model 2	2.95(1.90-4.57)	<0.001	3.99(2.56-6.21)	<0.001	3.11(1.86-5.23)	<0.001
Model 3	2.57(1.61-4.09)	<0.001	3.81(2.36-6.17)	<0.001	2.68(1.53-4.71)	<0.001
Reference	1.00		1.00		1.00	

## 3 讨论

### 3.1 IR 与血压

本研究表明，IR 组的收缩压、舒张压均高于非 IR 组，且 IR 组高血压患病率高于非 IR 组 ( $P < 0.001$ )。IR 可能是遗传与环境因素共同作用促成高血压发生的关键通路之一<sup>[6]</sup>。另有研究<sup>[7]</sup>显示，即便在非糖尿病、非肥胖的高血压人群中，仍可检测到 IR，进一步支持其与高血压的紧密关联。本研究发现，在调整多种混杂因素后，IR 仍与高血压存在显著关联 ( $OR=2.57$ )，为 IR 除激活交感神经与钠重吸收之外更广泛的升压机制提供了流行病学证据支持。虽然本研究观察到强关联性，但因横断面设计的局限性，尚不能确定 IR 与血压的先后因果顺序。对该机制的深入探讨，将有助于理解高血压发病的新机制，并为早期干预和治疗提供潜在靶点。

### 3.2 IR 与血脂

本研究结果显示：IR 组的 TC、TG、LDL-C 水平高于非 IR 组 ( $P < 0.05$ )，而 HDL-C 则低于非 IR 组 ( $P < 0.01$ )；IR 组的血脂异常患病率也高于非 IR 组 ( $P < 0.01$ )。在代谢异常相关研究中，IR 与血脂异常的关联强度最为显著 ( $OR = 3.81$ )。在进一步校正了 BMI 这一重要混杂因素后，这种关联依然稳健。然而，由于本研究为横断面研究设计，尚不能明确两者之间的因果关系。有研究表明<sup>[8]</sup>，TC 升高及高 TG/低 HDL-C 血脂类型是 IR 的独立危险因素。因此，两者之间可能存在复杂的相互作用机制，仍需进一步的纵向研究加以验证。从机制层面分析，IR 状态可引起脂解代谢途径失调，影响正常脂肪分解过程，并增强肝脏脂质合成活性，促使脂质在体内积聚，最终导致血脂异常。深入探讨 IR 与血脂异常之间的分子机制，不仅有助于更准确评估心血管疾病风险、制定个性化调脂策略，也可能为代谢综合征及相关心血管并发症的防治提供新靶点。今后仍需进一步开展机制与临床研究，全面阐明其内在联系，为代谢性疾病的防治提供更充分的理论依据。

### 3.3 IR 与血尿酸

本研究表明 IR 组的血尿酸水平高于非 IR 组 ( $P < 0.001$ )，且血尿酸水平与 IR 的相关性 ( $r = 0.099$ ,  $P < 0.05$ ) 与过往流行病学研究结果一致<sup>[9]</sup>。虽相关性较弱，但多因素 Logistic 回归仍显示显著关联，提示 IR 可能是独立风险因子。本研究进一步证实，IR 组中血尿酸浓度高于非 IR 组 ( $P < 0.05$ )。血尿酸与 IR 之间的关联在代谢性疾病研究中已受到关注<sup>[10,11]</sup>。本研究从 IR 对 UA 影响的角度提出，IR 可能通过影响肾脏代谢功能，成为高尿酸血症发展的一个危险因素<sup>[12]</sup>。其潜在机制主要涉及以下 2 个方面：首先，IR 是肾功能恶化的重要预测因子，而肾功能损害程度与 UA 水平呈正相关<sup>[13-14]</sup>；其二，异常胰岛素信号可上调嘌呤代谢相关酶的表达，促

进内源性嘌呤合成。两者协同作用，导致血尿酸水平升高。强调 IR 在尿酸代谢异常中的独立作用，有助于从新的病理生理角度理解疾病发展，并为针对胰岛素信号通路开发更精准的干预策略提供了理论依据。

## 4 结论

本研究结果显示，在中年职业人群中，IR 与高血压、血脂异常及高尿酸血症的发生风险存在显著的独立关联。在排除人口学特征、BMI、糖尿病家族史、吸烟、饮酒、体力活动以及饮食习惯等生活方式核心因素的干预后，IR 仍是心血管代谢指标异常的强相关因素。鉴于 IR 是该人群多种代谢紊乱共同的病理生理基础，早期筛查并精准干预 IR 水平，对于延缓代谢性疾病进展、降低心脑血管并发症风险具有重要价值。本研究结果为特定职业背景下中年人群的健康管理和代谢性疾病的早期防控提供了循证依据。

## 参考文献

- [1] Li Y, Li H, Chen X, et al. Association between various insulin resistance indices and cardiovascular disease in middle-aged and elderly individuals: evidence from two prospectives nationwide cohort surveys[J]. *Front Endocrinol*, 2024, 15: 1483468. doi:10.3389/fendo.2024.1483468.
- [2] Lee S H, Park S Y, Choi C S. Insulin resistance: from mechanisms to therapeutic strategies[J]. *Diabetes Metab J*, 2022, 46(1): 15-37. doi:10.4093/dmj.2021.0280.
- [3] Park S Y, Gautier J F, Chon S. Assessment of insulin secretion and insulin resistance in human[J]. *Diabetes Metab J*, 2021, 45(5): 641-54. doi:10.4093/dmj.2021.0220.
- [4] Hill M A, Yang Y, Zhang L, et al. Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease[J]. *Metabolism*, 2021, 119: 154766. doi:10.1016/j.metabol.2021.154766.
- [5] 杨文英, 杨兆军, 李光伟, 等. 联合测量腰臀围比值(或腰围)和血压可预测代谢综合征[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2005, 21(3): 227-9. doi:10.3760/j.issn:1000-6699.2005.03.011.
- [5] Yang W Y, Yang Z J, Li G W, et al. Prediction of metabolic syndrome with combination of waist-to-hip ratio (or waist circumference) and blood pressure measurements[J]. *Chin J Endocrinol Metab*, 2005, 21(3): 227-9. doi:10.3760/j.issn:1000-6699.2005.03.011.
- [6] Fazio S, Affuso F. Insulin resistance/hyperinsulinemia should be considered in the prevention and treatment of essential hypertension[J]. *Biomedicines*, 2025, 13(12): 3102. doi:10.3390/biomedicines13123102.

- [7] Landolfo M, Spannella F, Giulietti F, et al. Insulin resistance bio-anthropometric markers predict hypertension control in individuals without diabetes[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2025: zwaf523. doi:10.1093/eurjpc/zwaf523.
- [8] Jahdkaran M, Sistanizad M. From lipids to glucose: investigating the role of dyslipidemia in the risk of insulin resistance[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2025, 250: 106744. doi:10.1016/j.jsbmb.2025.106744.
- [9] Xiong F, Yu C, Zhu L J, et al. Associations between insulin resistance indexes and hyperuricemia in hypertensive population[J]. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao*, 2023, 45(3): 390-8. doi:10.3881/j.issn.1000-503X.15414.
- [10] 陈映群, 张卫星, 李 智. 高尿酸通过氧化应激诱导心肌细胞胰岛素抵抗[J]. *安徽医科大学学报*, 2022, 57(3): 418-24. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.03.015.
- [10] Chen Y Q, Zhang W X, Li Z. High uric acid evokes insulin resistance *via* oxidative stress in cardiomyocytes[J]. *Acta Univ Med Anhui*, 2022, 57(3): 418-24. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.03.015.
- [11] Ali N. Serum uric acid as a mediator of insulin resistance: molecular mechanisms and metabolic pathways[J]. *Endocrinol Diabetes Metab*, 2026, 9(1): e70163. doi:10.1002/edm2.70163.
- [12] Han Y, Zhou Z, Zhang Y, et al. The association of surrogates of insulin resistance with hyperuricemia among middle-aged and older individuals: a population-based nationwide cohort study[J]. *Nutrients*, 2023, 15(14): 3139. doi:10.3390/nu15143139.
- [13] Asma Sakalli A, Kü çükerdem H S, Aygün O. What is the relationship between serum uric acid level and insulin resistance? : a case-control study[J]. *Medicine*, 2023, 102(52): e36732. doi:10.1097/MD.00000000000036732.
- [14] Fernández-Chirino L, Antonio-Villa N E, Fermín-Martí nez C A, et al. Elevated serum uric acid is a facilitating mechanism for insulin resistance mediated accumulation of visceral adipose tissue[J]. *Clin Endocrinol*, 2022, 96(5): 707-18. doi:10.1111/cen.14673.