

不同性别社区人群体成分与胰岛素抵抗关联研究

施俊^{1,2}, 葛志豪¹, 任雅婷¹, 王素芳¹

1. 安徽医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 安徽 合肥 230001;

2. 合肥市瑶海区疾病预防控制中心慢性病和健康教育科

摘要:目的 分析不同性别一般人群的体成分与胰岛素抵抗 (Insulin Resistance, IR) 之间的关系。方法 本研究数据来源于 2021 年中国居民心血管病及其危险因素监测项目合肥地区数据, 共纳入 1 144 例研究对象, 其中男性 568 人, 女性 576 人。用甘油三酯 (Triglyceride, TG)/高密度脂蛋白胆固醇 (High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL - C) 作为 IR 的替代指标, 采用卡方检验分析不同体成分 (体质指数 (Body Mass Index, BMI)、体脂百分比 (Percentage Of Body Fat, PBF)、肌肉百分比 (Percentage Of Body Muscle, PBM)、腰围 (Waist Circumference, WC) 和内脏脂肪等级 (Visceral Fat Grade, VFG) 组与 TG/HDL - C 之间的关系, 采用 logistic 回归分析 TG/HDL - C 高于切点值的体成分影响因素, 用限制性立方样条探究各体成分与 TG/HDL - C 之间的剂量反应关系。结果 男性 IR 阳性检出率 (TG/HDL - C 高于切点值的率) 为 15.85%, 女性为 4.69%。在调整混杂因素后, logistic 回归分析结果显示, 与对照组相比, 男性人群发生 IR 风险的体成分分组中, 肥胖组是 5.58 倍 ($OR = 5.58, 95\% CI: 1.98 \sim 15.72$), PBF 第三四分位组是 7.90 倍 ($OR = 7.90, 95\% CI: 1.68 \sim 37.15$), PBF 第四四分位组是 8.20 倍 ($OR = 8.20, 95\% CI: 1.75 \sim 38.40$), PBM 第三四分位组是 0.27 倍 ($OR = 0.27, 95\% CI: 0.10 \sim 0.71$), PBM 第四四分位组是 0.09 倍 ($OR = 0.09, 95\% CI: 0.02 \sim 0.44$), VFG 偏高组是 3.11 倍 ($OR = 3.11, 95\% CI: 1.45 \sim 6.68$), VFG 高组是 4.28 倍 ($OR = 4.28, 95\% CI: 1.45 \sim 12.64$), 腹型肥胖是 2.21 倍 ($OR = 2.21, 95\% CI: 1.08 \sim 4.56$); 女性人群发生 IR 风险的体成分分组中, 肥胖组是 6.61 倍 ($OR = 6.61, 95\% CI: 1.08 \sim 65.66$), VFG 高组是 8.52 倍 ($OR = 8.52, 95\% CI: 1.90 \sim 70.86$) ($P < 0.05$)。限制性立方样条显示, BMI、PBF、PBM、VFG、WC 均与 TG/HDL - C 存在剂量反应关系和近似线性关系。结论 社区居民的体成分与发生胰岛素抵抗风险密切相关, 肥胖人群以及高内脏脂肪人群发生胰岛素抵抗风险较高, 应加强生活方式干预, 保持较高肌肉率。

关键词: 体成分; 胰岛素抵抗; TG/HDL - C; 剂量-反应关系

中图分类号: R587.1 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 8507 (2024) 12 - 2253 - 10

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202403067

Associations between body composition and insulin resistance in different gender communities

SHI Jun*, GE Zhi-hao, REN Ya-ting, WANG Su-fang

* Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230001, China

Abstract: Objective To examine the correlation between body composition and insulin resistance (IR) within the general population of different genders. **Methods** The data for this study were sourced from the Hefei area data of the Chinese Residents Cardiovascular Disease and Risk Factors Monitoring Project conducted in 2021, with a total of 1 144 subjects being included, including 568 males and 576 females. The ratio of triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL - C) was used as an alternative indicator of insulin resistance. A chi-square test was employed to analyze the association between body composition metrics—such as body mass index (BMI), percent body fat (PBF), percent body muscle (PBM), visceral fat area (VFG), and waist circumference (WC)—and the TG/HDL - C ratio. Logistic regression analysis was used to identify the factors influencing body composition in individuals with a TG/HDL - C ratio exceeding the tangent point value. The dose-response relationship between body components and the TG/HDL - C ratio was explored using restricted cubic splines, a statistical method that allows for the examination of nonlinear relationships. **Results** The positive detection rate of IR (the rate of TG/HDL - C above the cut point value) was 15.85% in men and 4.69% in women. After adjusting for confounding factors,

基金项目: 国家自然科学基金 (81102125)

作者简介: 施俊 (1989—), 女, 硕士在读, 主管医师, 研究方向: 营养与慢性病

通信作者: 王素芳, E-mail: 1768450673@qq.com

logistic regression analysis showed that compared with the control group, the risk of IR in the male population was 5.58 times in the obese group ($OR=5.58, 95\% CI:1.98-15.72$), PBF was 7.90 times in the third quartile ($OR=7.90, 95\% CI:1.68-37.15$), the fourth quartile of PBF was 8.20 times ($OR=8.20, 95\% CI:1.75-38.40$), and the third quartile of PBM was 0.27 times ($OR=0.27, 95\% CI:0.10-0.71$), the PBM was 0.09 times in the fourth quartile group ($OR=0.09, 95\% CI:0.02-0.44$), 3.11 times in the group with high VFG ($OR=3.11, 95\% CI:1.45-6.68$), and 4.28 times in the group with higher VFG ($OR=4.28, 95\% CI:1.45-12.64$). Abdominal obesity was 2.21 times ($OR=2.21, 95\% CI:1.08-4.56$). In the female population, the risk of IR was 6.61 times in the obese group ($OR=6.61, 95\% CI:1.08-65.66$) and 8.52 times in the higher VFG group ($OR=8.52, 95\% CI:1.90-70.86$) ($P<0.05$). The limited cubic spline showed that BMI, PBF, PBM, VFG, WC had dose-response relationship and approximate linear relationship with TG/HDL-C. **Conclusion** The body composition of community residents is closely associated with the risk of insulin resistance. Individuals who are obese or have high levels of visceral fat are at greater risk for insulin resistance. To mitigate this risk, it is imperative to reinforce lifestyle interventions that prioritize maintaining a higher percentage of muscle mass.

Keywords: Body composition; Insulin resistance; TG/HDL-C; Dose-response relationship

胰岛素抵抗 (Insulin Resistance, IR) 是许多代谢性疾病的主要诱因,也是 2 型糖尿病发病的重要环节^[1]。研究指出^[2],体重增加引起 IR 会增加糖尿病前期进展为糖尿病的患病风险,肥胖人群发生糖尿病的风险比正常体重人群高 1.76 倍^[3]。2020 年的报告显示^[4],中国成年居民有 34.3% 超重,而肥胖率达 16.4%,形势不容乐观。相较于全身性肥胖,腹部肥胖者的 IR 程度显著高于腰围 (Waist Circumference, WC) 正常的人群,WC 是影响 IR 的一个重要危险因素,而内脏脂肪等级 (Visceral Fat Grade, VFG) 相较于体质指数 (Body Mass Index, BMI) 和 WC,能更好地预测代谢异常,并对 IR 的影响更大^[5]。在 2 型糖尿病中,脂代谢的异常实际上是糖代谢紊乱的根本原因^[6]。IR 是 2 型糖尿病的重要发病机制,通过监测 IR,可以评估居民罹患糖尿病等其他代谢性疾病的风险,并据此调节干预措施。

研究^[7-11]发现甘油三酯 (Triglyceride, TG) 与高密度脂蛋白胆固醇 (High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C) 的比值可以作为 IR 的反应指标,原因可能是基层医院医疗资源和胰岛素检验技术的缺乏和有限,寻找一种简便又准确的替代指标进行 IR 的筛查具有重要意义。

目前,国内外^[12-13]的研究主要着眼于糖尿病患者或者糖尿病前期患者中某个单一体成分与 IR 的关系,而对于不同性别的一般人群中多个体成分与 IR 之间的关联研究则相对较少,本研究在合肥地区社区一般人群中开展,分性别探讨不同体成分与 IR 之间的关系,并采用 IR 替代指标分析影响 IR 的高危体成分因素,旨在探索做好社区居民发生代谢性疾病的预防控制工作。

1 材料(资料、内容)与方法

1.1 调查对象 本研究数据来源于 2021 年中国居

民心血管病及其危险因素监测项目合肥地区数据,在合肥某区共 13 个街道 66 个社居委中,通过简单随机抽样 2 个街道,在被抽中的街道中采用 SRS 方法分别抽取 3 个居委会,共计 6 个社居委,每个社居委采取 SRS 方法分性别 (男女比 1:1),以及按照 18~<25 岁、25~<35 岁、35~<45 岁、45~<55 岁、55~<65 岁、65~<75 岁、≥75 岁共计 7 个年龄段的全国人口构成比抽取常住居民作为调查对象,样本量计算以成人糖尿病患病率为主要依据指标,中国成人糖尿病患病率为 11.9%^[4],以 95% 的可信度,允许误差 2.13%,则样本量至少为 887 人,考虑到 80% 应答率,应调查人数为 1 108 名,本研究实际调查 1 263 人,去除不应答或存在缺失值等情况,获得有效样本 1 200 份。排除调查时已诊断为糖尿病或正在使用胰岛素、降糖药的人群,最终 1 144 例一般人群数据 (男性 568 例,女性 576 例) 纳入研究,年龄在 18-87 岁之间,平均年龄 44.24 ± 17.50 岁。本研究获瑶海区疾病预防控制中心伦理委员会批准 (YH2023008),调查对象均签署知情同意书。

1.2 调查方法

1.2.1 一般资料收集 通过问卷收集研究对象的年龄、性别、文化程度、婚姻、就业、吸烟、饮酒、饮茶和高血压患病情况。

1.2.2 a. 人体成分测定 使用 InBody H20 人体成分分析仪对居民进行体成分测定。被测者于测试前 2 h 内空腹,测试前排空大小便,禁止剧烈运动和淋浴洗澡,女性避开经期,除去身上电子物品及重物,着轻便衣物并赤脚站于机器上,足部充分接触底部电极,双手充分接触手部电极。测定调查对象的体质量、肌肉量 (骨骼肌含量)、体脂肪量、体脂百分比和内脏脂肪指数。

b. 身高测量: 使用 HGM-300 型超声身高体重仪,研究对象着轻薄衣物并脱鞋帽,直立站在仪器上,

双臂自然放置在身体两侧,眼睛平视前方,读数结果取 2 次均值,精确至 0.1 cm。

c. 腰围测量:用无伸缩性软尺进行测量。要求被测者取站立位,双足自然分开,两臂环抱于胸前,以腋中线肋骨下缘和髂脊连线中点水平位置为测定点,标双侧测定点,软尺自然贴紧皮肤,通过两个测定点测量周径,于平静呼气中读数,精确到 0.1cm,取两次平均值。

d. 指标定义: BMI = 体重(kg)/身高²(m²): < 18.5 为偏瘦, 18.5 ~ 23.9 为正常, 24.0 ~ 27.9 为超重, ≥28 为肥胖^[4]。体脂百分比(Percentage of Body Fat, PBF)和肌肉百分比(Percentage Of Body Muscle, PBM):按照四分位法,分男女计算 PBF 和 PBM 的 Q₁, Q₂ 和 Q₃ 界值数值,并进行第一、第二、第三和第四四分位分组。WC:分两组,正常组男性 < 90cm, 女性 < 85cm;腹型肥胖组男性 ≥ 90 cm, 女性 ≥ 85 cm^[4]。VFG:正常组等级区间为 1 ~ 9, 偏高组等级区间为 10 ~ 14, 高组等级区间为 15 ~ 30^[14]。

1.2.3 生化指标测定 调查对象禁食 12 h 以上,清晨抽取静脉血 5 ml,送检至合肥市千麦医学检验中心,采用罗氏 Cobas C501 全自动生化分析仪进行 TG

和 HDL - C 的检测。

1.2.4 IR 替代指标 TG/HDL - C 作为 IR 的一个独立影响因子和预测指标,已成为衡量和评估中国人 IR 的有效指标和可靠标记物,本研究以 TG/HDL - C 作为 IR 替代指标^[7-11],以 TG/HDL - C 比值 ≥ 2.27 作为筛查 IR 的适宜切点^[15]。

1.3 统计分析 本研究采用 SPSS 23.0 和 R 4.3.3 分析,计数资料用 n(%) 表示,采用卡方检验分析人口学指标、体成分(BMI、PBF、PBM、VFG 和 WC)分组与 IR 之间的关系,采用二元 logistic 回归分析 IR 高于切点值的体成分影响因素,用限制性立方样条探究各体成分与 IR 之间的剂量反应关系。检验水准 α = 0.05,双侧检验。

2 结果

2.1 基本特征 共纳入 1 144 名研究对象,其中男性 IR 阳性检出人群(TG/HDL - C 高于切点值)的人数占比为 15.85%,女性为 4.69%。在 IR 阳性检出人群和正常人群分组中,男性组中年龄段、婚姻、就业、吸烟、高血压和女性组中吸烟的差异均有统计学意义(P < 0.05)。见表 1。

表 1 研究对象的基本情况

Table 1 Basic information of research objects

组别	男性			χ ²	P
	男性人群 (n(%))	IR 阳性检出 人群(n(%))	正常人群 (n(%))		
合计	568(49.65)	90(15.85)	478(84.15)		
年龄分组(岁)				26.296	<0.001
18 ~ <25	99(17.43)	3(3.03)	96(96.97)		
25 ~ <35	98(17.25)	17(17.35)	81(82.65)		
35 ~ <45	114(20.07)	30(26.32)	84(73.68)		
45 ~ <55	110(19.37)	17(15.45)	93(84.55)		
55 ~ <65	55(9.68)	12(21.82)	43(78.18)		
65 ~ <75	46(8.10)	8(17.39)	38(82.61)		
≥75	46(8.10)	3(6.52)	43(93.48)		
文化程度				2.611	0.625
未上学	70(12.32)	7(10.00)	63(90.00)		
小学	120(21.13)	21(17.50)	99(82.50)		
初中	141(24.82)	30(21.28)	111(78.72)		
高中/大专	138(24.30)	27(19.57)	111(80.43)		
本科及以上	99(17.43)	5(5.05)	94(94.95)		
婚姻				6.760	0.034
未婚	134(23.59)	8(5.97)	126(94.03)		
已婚/再婚/同居	412(72.54)	79(19.17)	333(80.83)		
分居/离异/丧偶	22(3.87)	3(13.64)	19(86.36)		
就业				18.204	<0.001
在业	269(47.36)	68(25.28)	201(74.72)		
离退休	98(17.25)	10(10.20)	88(89.80)		
在校学生	101(17.78)	2(1.98)	99(98.02)		
无业或者失业	100(17.61)	10(10.00)	90(90.00)		
吸烟(最近 30 天)				12.209	0.002
不吸	367(64.61)	38(10.35)	329(89.65)		

(续表)

组别	男性			χ^2	P
	男性人群 (n(%))	IR 阳性检出 人群(n(%))	正常人群 (n(%))		
每天都吸	160(28.17)	44(27.50)	116(72.50)	1.625	0.202
吸烟,但不是每天都吸	41(7.22)	8(19.51)	33(80.49)		
饮酒				3.200	0.074
否	308(54.23)	40(13.00)	268(87.00)		
是	260(45.77)	50(19.23)	210(80.77)	6.398	0.011
饮茶					
否	264(46.48)	31(11.74)	233(88.26)	3.200	0.074
是	304(53.52)	59(19.41)	245(80.59)		
高血压				6.398	0.011
否	377(66.37)	42(11.14)	335(88.86)		
是	191(33.63)	48(25.13)	143(74.87)		

组别	女性			χ^2	P
	男性人群 (n(%))	IR 阳性检出 人群(n(%))	正常人群 (n(%))		
合计	576(50.35)	27(4.69)	549(95.31)	8.071	0.233
年龄分组(岁)					
18 ~ <25	91(15.80)	0(0.00)	91(100.00)		
25 ~ <35	106(18.40)	4(3.77)	102(96.23)		
35 ~ <45	124(21.53)	7(5.65)	117(94.35)		
45 ~ <55	96(16.67)	6(6.25)	90(93.75)		
55 ~ <65	74(12.85)	4(5.41)	70(94.59)		
65 ~ <75	45(7.81)	2(4.44)	43(95.56)		
≥75	40(6.94)	4(10.00)	36(90.00)	1.863	0.761
文化程度					
未上学	91(15.80)	9(9.89)	82(90.11)		
小学	157(27.26)	8(5.10)	149(94.90)		
初中	122(21.18)	6(4.92)	116(95.08)		
高中/大专	110(19.10)	3(2.73)	107(97.27)	2.365	0.306
本科及以上	96(16.66)	1(1.04)	95(98.96)		
婚姻					
未婚	125(21.70)	2(1.60)	123(98.40)	2.365	0.306
已婚/再婚/同居	418(72.57)	24(5.74)	394(94.26)		
分居/离异/丧偶	33(5.73)	1(3.03)	32(96.97)		
就业				3.428	0.330
在业	224(38.89)	17(7.59)	207(92.41)		
离退休	101(17.53)	4(3.96)	97(96.04)		
在校学生	82(14.24)	0(0.00)	82(100.00)		
无业或者失业	169(29.34)	6(3.55)	163(96.45)	6.260	0.044
吸烟(最近 30 天)					
不吸	565(98.09)	24(4.25)	541(95.75)		
每天都吸	5(0.87)	1(20.00)	4(80.00)		
吸烟,但不是每天都吸	6(1.04)	2(33.33)	4(66.67)	0.450	0.502
饮酒					
否	510(88.54)	22(4.31)	488(95.69)	0.149	0.699
是	66(11.46)	5(7.58)	61(92.42)		
饮茶				0.149	0.699
否	412(71.53)	17(4.13)	395(95.87)		
是	164(28.47)	10(6.10)	154(93.90)	0.004	0.952
高血压					
否	458(79.51)	20(4.37)	438(95.63)		
是	118(20.49)	7(5.93)	111(94.07)		

2.2 研究人群不同体成分组的胰岛素抵抗情况 男性人群中,与对照组相比,肥胖组、PBF 第四四分位组、PBM 第一四分位组、VFG 高组和腹型肥胖组的 IR 阳性检出人群占比较高。

女性人群中,与对照组相比,肥胖组、VFG 高组和腹型肥胖组的 IR 阳性检出人群占比较高。见表 2。

2.3 影响胰岛素抵抗的体成分因素 logistic 回归分析 以调查对象 IR 是否阳性检出为因变量,体成分

表 2 分性别不同体成分组人群的胰岛素抵抗阳性检出率的比较

Table 2 Comparison of the positive rate of insulin resistance among different gender and body groups

组别	男性			χ^2	P
	男性人群 (n(%))	IR 阳性检出 人群(n(%))	正常人群 (n(%))		
BMI 分组				37.008	<0.001
偏瘦	20(3.52)	3(15.00)	17(85.00)		
正常	226(39.79)	14(6.19)	212(93.81)		
超重	215(37.85)	39(18.14)	176(81.86)		
肥胖	107(18.84)	34(31.78)	73(68.22)		
PBF 分组				21.428	<0.001
Q1 组	141(24.82)	7(4.96)	134(95.04)		
Q2 组	142(25.00)	20(14.08)	122(85.92)		
Q3 组	142(25.00)	30(21.13)	112(78.87)		
Q4 组	143(25.18)	33(23.08)	110(76.92)		
PBM 分组				20.270	<0.001
Q1 组	140(24.65)	30(21.43)	110(78.57)		
Q2 组	144(25.35)	34(23.61)	110(76.39)		
Q3 组	142(25.00)	16(11.27)	126(88.73)		
Q4 组	142(25.00)	10(7.04)	132(92.96)		
WC 分组				23.299	<0.001
正常	383(67.43)	41(10.70)	342(89.30)		
腹型肥胖	185(32.57)	49(26.49)	136(73.51)		
VFG 分组				41.974	<0.001
正常	333(58.63)	25(7.51)	308(92.49)		
偏高	171(30.11)	47(27.49)	124(72.51)		
高	64(11.27)	18(28.13)	46(71.88)		
组别	女性			χ^2	P
	女性人群 (n(%))	IR 阳性检出 人群(n(%))	正常人群 (n(%))		
BMI 分组				9.673	0.022
偏瘦	26(4.51)	1(3.85)	25(96.15)		
正常	284(49.31)	7(2.46)	277(97.54)		
超重	199(34.55)	14(7.04)	185(92.96)		
肥胖	67(11.63)	5(7.46)	62(92.54)		
PBF 分组				5.157	0.161
Q1 组	144(25.00)	4(2.78)	140(97.22)		
Q2 组	139(24.13)	4(2.88)	135(97.12)		
Q3 组	149(25.87)	8(5.37)	141(94.63)		
Q4 组	144(25.00)	11(7.64)	133(92.36)		
PBM 分组				3.836	0.280
Q1 组	144(25.00)	11(7.64)	133(92.36)		
Q2 组	143(24.83)	6(4.20)	137(95.80)		
Q3 组	144(25.00)	5(3.47)	139(96.53)		
Q4 组	145(25.17)	5(3.45)	140(96.55)		
WC 分组				4.728	0.030
正常	406(70.49)	14(3.45)	392(96.55)		
腹型肥胖	170(29.51)	13(7.65)	157(92.35)		
VFG 分组				7.516	0.023
正常	263(45.66)	6(2.28)	257(97.72)		
偏高	222(38.54)	13(5.86)	209(94.14)		
高	91(15.80)	8(8.79)	83(91.21)		

分组为自变量。在调整 8 个人口学特征混杂因素后,结果显示,每个体成分与同组对照组相比,男性人群发生 IR 风险的体成分分组中,肥胖组是 5.58 倍($OR = 5.58, 95\% CI: 1.98 \sim 15.72$),PBF 第三四分位组是 7.90 倍($OR = 7.90, 95\% CI: 1.68 \sim 37.15$),PBF 第四四分位组是 8.20 倍($OR = 8.20, 95\% CI: 1.75 \sim$

38.40),PBM 第三四分位组是 0.27 倍($OR = 0.27, 95\% CI: 0.10 \sim 0.71$),PBM 第四四分位组是 0.09 倍($OR = 0.09, 95\% CI: 0.02 \sim 0.44$),VFG 偏高组是 3.11 倍($OR = 3.11, 95\% CI: 1.45 \sim 6.68$),VFG 高组是 4.28 倍($OR = 4.28, 95\% CI: 1.45 \sim 12.64$),腹型肥胖是 2.21 倍($OR = 2.21, 95\% CI: 1.08 \sim 4.56$);女

性人群发生 IR 风险的体成分分组中,肥胖组是 6.61 8.52 倍 ($OR = 8.52$, $95\% CI: 1.90 \sim 70.86$) ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 不同性别影响胰岛素抵抗的体成分因素 logistic 回归分析

Table 3 Logistic regression analysis of body composition factors affecting insulin resistance by gender

变量	男性		女性	
	OR 值(95% CI)	P	OR 值(95% CI)	P
BMI 分组				
偏瘦	4.43(0.40 ~ 49.63)	0.227	1.17(0.02 ~ 3.02)	0.160
正常	1		1	
超重	2.65(0.98 ~ 7.15)	0.054	5.04(0.82 ~ 65.16)	0.073
肥胖	5.58(1.98 ~ 15.72)	0.001	6.61(1.08 ~ 65.66)	0.043
PBF 分组				
Q1 组	1		1	
Q2 组	3.56(0.70 ~ 18.10)	0.127	1.48(0.12 ~ 18.63)	0.762
Q3 组	7.90(1.68 ~ 37.15)	0.009	2.47(0.22 ~ 27.14)	0.461
Q4 组	8.20(1.75 ~ 38.40)	0.008	6.27(0.64 ~ 61.28)	0.114
PBM 分组				
Q1 组	1		1	
Q2 组	0.66(0.29 ~ 1.50)	0.320	0.29(0.05 ~ 1.62)	0.157
Q3 组	0.27(0.10 ~ 0.71)	0.008	0.32(0.08 ~ 2.06)	0.282
Q4 组	0.09(0.02 ~ 0.44)	0.003	0.18(0.02 ~ 1.82)	0.148
WC 分组				
正常	1		1	
腹型肥胖	2.21(1.08 ~ 4.56)	0.031	2.02(0.54 ~ 7.58)	0.296
VFG 分组				
正常	1		1	
偏高	3.11(1.45 ~ 6.68)	0.004	6.11(0.65 ~ 57.35)	0.113
高	4.28(1.45 ~ 12.64)	0.009	8.52(1.90 ~ 70.86)	0.012

注:表 3 调整了年龄、就业、吸烟、文化、婚姻、饮酒、饮茶和高血压情况。

2.4 各体成分与胰岛素抵抗的剂量——反应关系

以体成分为 X 轴,左侧 Y 轴为 IR 阳性检出的 OR 值和 95% 的 CI,在调整年龄、文化、婚姻、就业、吸烟、饮酒、饮茶和高血压情况混杂因素后,使用限制性立方样条模型(RCS)拟合结果显示,无论男性还是女性,BMI、PBF、PBM、VFG、WC 均与 TG/HDL-C 分别存在剂量反应关系($P - Total < 0.05$),且 5 种体成分与 TG/HDL-C 具有近似线性关系,其中男性 $P - Nonlinear(BMI) = 0.1511$, $P - Nonlinear(PBF) = 0.0533$, $P - Nonlinear(PBM) = 0.1243$, $P - Nonlinear(VFG) = 0.2032$, $P - Nonlinear(WC) = 0.9005$;女性 $P - Nonlinear(BMI) = 0.3346$, $P - Nonlinear(PBF) = 0.3376$, $P - Nonlinear(PBM) = 0.0590$, $P - Nonlinear(VFG) = 0.7204$, $P - Nonlinear(WC) = 0.6540$ 。见图 1 至图 5。

3 讨论

本研究中,男性 IR 阳性检出率为 15.85%,且大于女性,说明社区人群发生 IR 的风险不容忽视,尤其是男性人群。IR 是代谢综合征的关键特征之一,它与多种心血管危险因素相关联,影响 IR 的因素众多,

包括疾病和非疾病因素,然而一般人群中,非疾病因素是影响 IR 的主要原因^[16]。有研究^[17]通过对日本健康体检人群进行分析,探讨 IR 与人体成分的关系,得出 IR 是日本成年人从胖到瘦身体成分的标志物,类似的研究^[18]也证实一般人群中体成分与 IR 存在相关性。

既往研究中^[19-20],IR 与体重、BMI、WC、PBF 和内脏脂肪水平有很强的相关性。WC 和 BMI 是评估 IR 及敏感性的有效工具,尤其是 WC,它更适用于评估糖耐量正常人群 IR 的状况。有资料表明^[21],与人体总脂肪含量相比,中心性肥胖与 IR 的相关性更强。腹部脂肪沉积在各种代谢紊乱,包括 IR 的发病机制中起着关键作用,提示总体体脂含量在体内分布与 IR 相关。另有研究表明^[22],肌肉减少症与 IR 存在独立相关性,且肌肉减少症患者的 IR 程度更加严重。本研究发现无论男性还是女性,BMI、PBF、PBM、VFG、WC 与 IR 均存在剂量反应关系和近似线性关系。在男性的肥胖组、PBF 最高组、PBM 最低组、VFG 高组、腹型肥胖组和女性的肥胖组、VFG 高组和腹型肥胖组的社区居民中,IR 阳性检出率均较高,可能是由于人体脂肪含量增加,肌肉减少,炎症水平增高,加

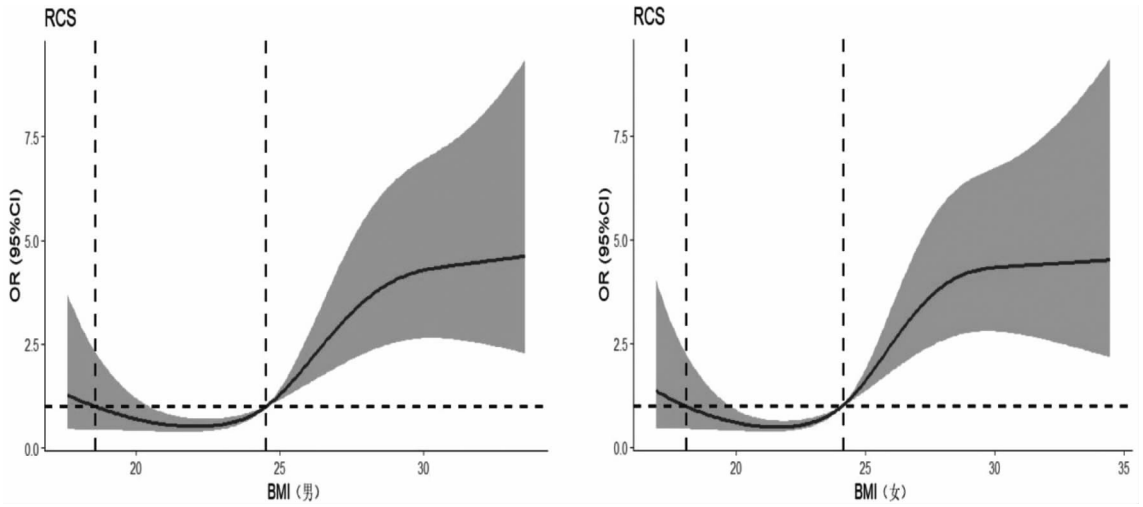


图 1 BMI 与 IR 发生风险的剂量反应关系图

Fig. 1 Dose-response relationship between BMI and IR risk

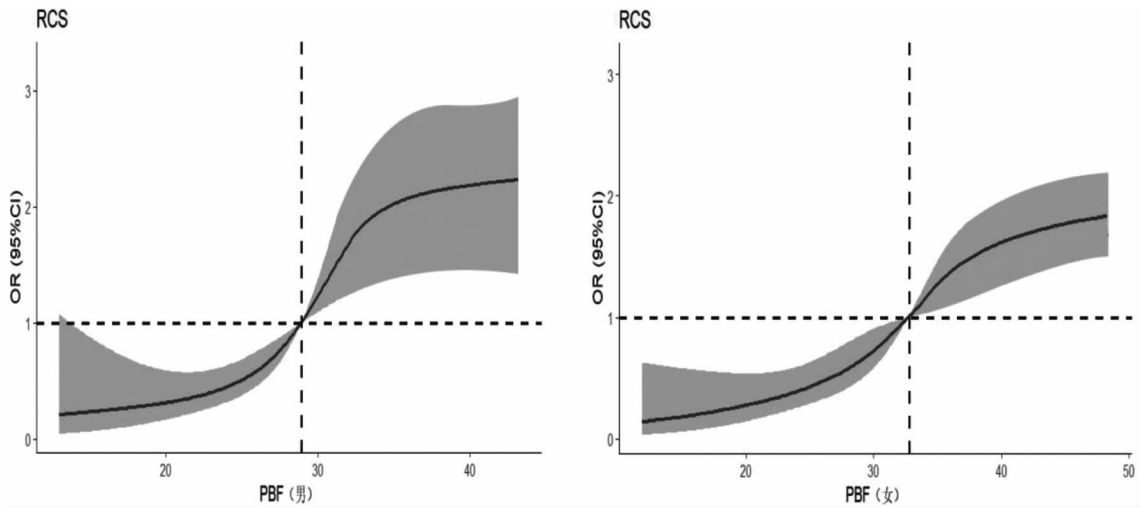


图 2 PBF 与 IR 发生风险的剂量反应关系图

Fig. 2 Dose-response relationship between PBF and IR risk

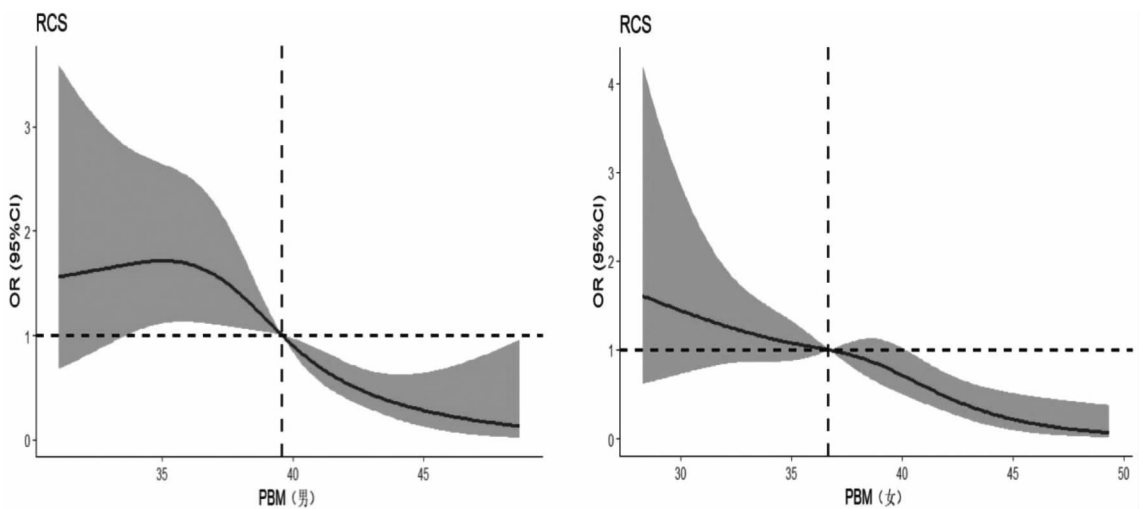


图 3 PBM 与 IR 发生风险的剂量反应关系图

Fig. 3 Dose-response relationship between PBM and IR risk

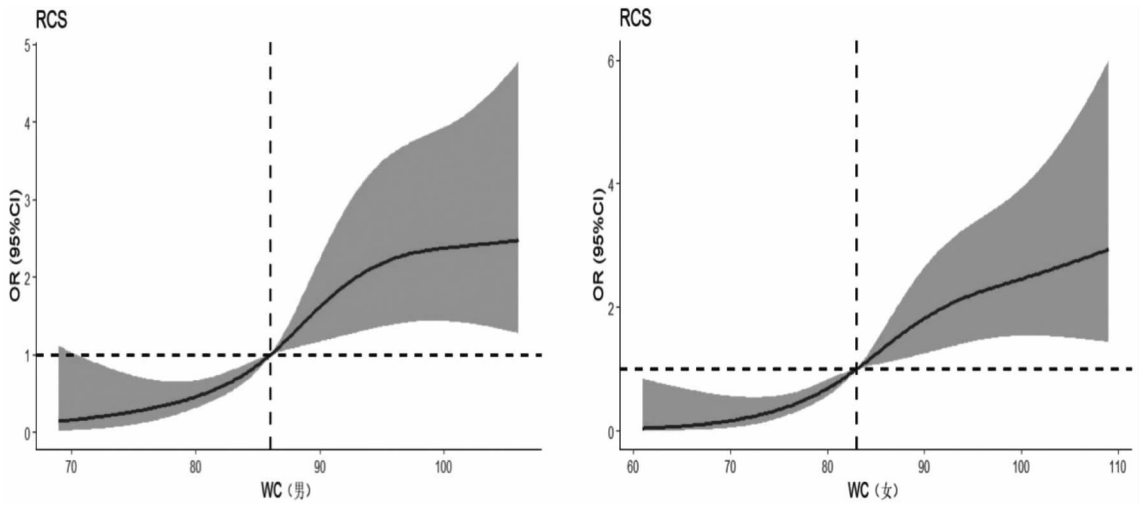


图 4 WC 与 IR 发生风险的剂量反应关系图

Fig. 4 Dose - response relationship between WC and IR risk

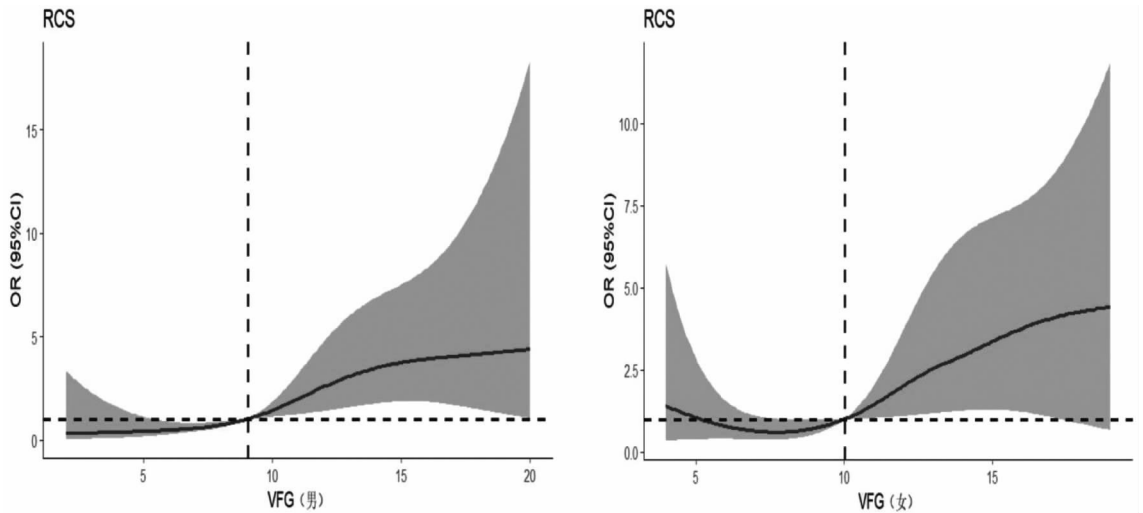


图 5 VFG 与 IR 发生风险的剂量反应关系图

Fig. 5 Dose - response relationship between VFG and IR risk

剧了 IR 的发生。这与体成分和 IR 关系的既往研究相似,表明 TG/HDL - C 是 IR 的有效预测因子,且体成分指标对于 IR 的预测有一定的临床应用价值。

回归分析结果显示,男性的肥胖组、PBF 的第三四分位和第四四分位组、VFG 的偏高组和高组、腹型肥胖组是发生 IR 的危险因素,PBM 的第三四分位和第四四分位组是发生 IR 的保护因素;女性的肥胖组、VFG 的高组是发生 IR 的危险因素。这与既往研究中内脏脂肪指数比腹壁脂肪指数更能预测 IR^[13],肥胖是 IR 和 2 型糖尿病的通道^[23]的结论相似,提示肥胖、体脂含量高以及内脏型肥胖的人群更易发生 IR,保持身体较高的肌肉率对于维持 IR 水平的正常至关重要,而稳定控制胰岛素水平有助于有效地预防糖尿病等代谢性疾病的发生。男女研究结果的差异可能

源于不同性别的身体成分构成和分布的不同,从而导致体成分与 IR 之间的关联在男性人群中的研究结果更具有显著性。

本研究来自国家项目,分层抽样较为合理和均匀,且人体测量和生化指标检测结果较为客观,偏倚性较少,但由于是横断面研究,较难得出体成分和 IR 的因果关系,且以合肥地区为调查对象,结果推广到其他人群还有待进一步研究。

综上所述,社区居民想要减缓代谢性的疾病发生,应首先进行生活方式的干预,建议超重或腹型肥胖者在初期减重 5% ~ 10%^[24],以降低体重,减少内脏脂肪,保持正常的体脂率和肌肉率。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 刘福君,常李李,王为兰,等. 肝脏胰岛素抵抗与 2 型糖尿病[J]. 中国医学科学院学报,2022,44(4):699-708.
Liu FJ, Chang LL, Wang WL, et al. Hepatic insulin resistance and type 2 diabetes mellitus[J]. Zhongguo yi xue ke xue yuan xue bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae, 2022, 44(4): 699 - 708.
- [2] 谢思思,张煜莹,张婷,等. 赣南地区糖尿病前期流行现状及影响因素分析[J]. 赣南医学院学报,2023,43(3):267-273.
Xie SS, Zhang YY, Zhang T, et al. Analysis of pre - diabetes mellitus epidemic and influencing factors in Southern Jiangxi[J]. Journal of Gannan Medical University, 2023, 43(3): 267 - 273.
- [3] 鄢上书. 鞍钢工人糖尿病患病率及影响因素分析[D]. 沈阳:中国医科大学,2022.
Yan SS. Analysis of prevalence and influencing factors on diabetes mellitus in Ansteel workers [D]. Shenyang: China Medical University, 2022.
- [4] 国家卫生健康委员会疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告 2020[R]. 北京:人民卫生出版社,2021.
The National Health Commission Board of Disease Control and Prevention. Report on nutrition and chronic diseases in China 2020 [R]. Beijing:People's Medical Publishing House,2021.
- [5] 李蓉蓉,张永红,李莉,等. 内脏脂肪区域、体脂率及血脂异常与糖尿病前期的关系[J]. 实用预防医学,2019,26(2):146-149.
Li RR, Zhang YH, Li L, et al. Relationship of visceral fat area, body fat percentage, dyslipidemia with prediabetes[J]. Practical Preventive Medicine, 2019, 26(2): 146 - 149.
- [6] 赵颖,王苏. 老年脂代谢紊乱与糖尿病并发症及预后关系的探讨[J]. 中国实用医药,2021,16(11):75-77.
Zhao Y, Wang S. Correlation between lipid metabolism disorder and complications and prognosis of elderly diabetes mellitus patients [J]. China Practical Medical, 2021, 16(11): 75 - 77.
- [7] 辛鹏,李静,李昌昆,等. 脂质比值 TC/HDL - C、TG/HDL - C 和 LDL - C/HDL - C 与胰岛素抵抗、糖尿病及糖尿病前期的关联性[J]. 中华疾病控制杂志,2022,26(5):535-540.
Xin P, Li J, Li CK, et al. Study on the association of three TC/HDL - C, TG/HDL - C and LDL - C/HDL - C lipid ratios with insulin resistance, diabetes and pre - diabetes[J]. Chinese Journal of Disease Control and Prevention, 2022, 26(5): 535 - 540.
- [8] 童玲,梁如意,杨舒羽,等. TG/HDL - C 比值可作为预测 2 型糖尿病发生发展的新型标志物[J]. 国际检验医学杂志,2022,43(5):568-573.
Tong L, Liang RY, Yang SY, et al. TG/HDL - C ratio could be a novel biomarker for the occurrence and development of T2DM[J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2022, 43(5): 568 - 573.
- [9] 王楠. TyG、TG/HDL - C 与 2 型糖尿病发病的相关性研究[D]. 兰州:兰州大学,2022.
Wang N. Relationship between TyG, TG/HDL - C and the incidence of type 2 diabetes mellitus [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2022.
- [10] 孙水雅,吴加华,林细华,等. TG/HDL - C 与胰岛素抵抗的相关性研究[J]. 浙江医学,2021,43(17):1855-1857.
Sun SY, Wu JH, Lin XH, et al. Association between TG/HDL - C and insulin resistance [J]. Zhejiang Medical Journal, 2021, 43(17): 1855 - 1857.
- [11] Kheirollahi A, Teimouri M, Karimi M, et al. Evaluation of lipid ratios and triglyceride - glucose index as risk markers of insulin resistance in Iranian polycystic ovary syndrome women[J]. Lipids in Health and Disease, 2020, 19(1): 235.
- [12] 林燕,余湘尤,李婧,等. 体质指数对糖尿病患者胰岛影响的分析[J]. 贵州医药,2022,46(5):753-755.
Lin Y, Yu XY, Li J, et al. Analysis of the influence of body mass index on islets of diabetic patients[J]. Guizhou Medical Journal, 2022, 46(5): 753 - 755.
- [13] Aggarwal M, Verma G, Wahid A, et al. Visceral fat volume is a better predictor of insulin resistance than abdominal wall fat index in patients with prediabetes and type 2 diabetes mellitus[J]. The Journal of the Association of Physicians of India, 2022, 70(4): 11 - 12.
- [14] 孔佑甲,段绍杰,刘吉祥,等. 青年女性氧化应激水平与内脏脂肪等级的关系[J]. 现代医学,2022,50(8):1032-1037.
Kong YJ, Duan SJ, Liu JX, et al. Relationship between the level of oxidative stress and the grade of visceral fat in young women[J]. Modern Medical Journal, 2022, 50(8): 1032 - 1037.
- [15] Giannini C, Santoro N, Caprio S, et al. The triglyceride - to - HDL cholesterol ratio: association with insulin resistance in obese youths of different ethnic backgrounds[J]. Diabetes Care, 2011, 34(8): 1869 - 1874.
- [16] 佚名.《中国糖尿病杂志》2022 年第 30 卷主题词索引[J]. 中国糖尿病杂志,2022,30(12):1-19.
Anonym. Journal of Chinese Diabetes, Volume 30, 2022 [J]. Chinese Journal of Diabetes,2022,30(12):1-19.
- [17] Matsui M, Fukuda A, Onishi SR, et al. Insulin resistance; a marker for Fat - to - Lean body composition in Japanese adults[J]. Nutrients, 2023, 15(22): 4724.
- [18] Tsai PF, Wang CH, Hunt CW, et al. Relative importance of physical activity and body composition on insulin resistance in older adult population[J]. Topics in Geriatric Rehabilitation, 2022, 38(2): 165 - 174.
- [19] Kurniawan LB, Bahrun U, Hatta M, et al. Body mass, total body fat percentage, and visceral fat level predict insulin resistance better than waist circumference and body mass index in healthy young male adults in Indonesia[J]. Journal of Clinical Medicine, 2018, 7(5): 96.
- [20] 罗蓉,王宇,缪阿风,等. 正常体质指数的多囊卵巢综合征患者发生胰岛素抵抗的影响因素研究[J]. 中,2023,26(17):2102-2107.
Luo R, Wang Y, Miao AF, et al. Influencing factors of insulin resistance in polycystic ovary syndrome patients with normal body mass index[J]. Chinese General Practice, 2023, 26(17): 2102 - 2107.
- [21] Ryumshina NI, Koshelskaya OA, Kologrivova IV, et al. MRI assessment of the abdominal adipose tissue and the state of the abdominal aorta in patients with coronary artery disease: association with metabolic disorders [J]. Byulleten Sib Meditsiny, 2021, 20(3): 95 - 104.
- [22] 黄乙欢,王继生,张润峰,等. 肌肉减少症与胰岛素抵抗相关性研究[J]. 四川生理科学杂志,2019,41(4):269-271, 286.

态,及时更新受种者病情转归情况,为展开更深入评估奠定基础。

综上,2014—2023 年贵阳市 AEFI 监测系统运转良好,预防接种安全性较高,但各地工作开展不平衡,整体监测能力仍有提升空间。因此,除了积极开展对基层人员的培训和技术指导,提高监测能力和工作质量,促进 AEFI 监测各项工作科学、规范、有序的开展外,还可通过家长自我监测、医护主动监测、保险补偿监测等多种形式进一步提高贵阳市 AEFI 的监测敏感性。AEFI 监测及处置是预防接种工作重要组成部分,为能对 AEFI 调查诊断提供更为详实的线索,同时判定疫苗接种禁忌,应探索新的主动监测摸索,从而更全面、持续、系统地评估疫苗的安全性。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 国家卫生健康委员会办公厅. 全国疑似预防接种异常反应监测方案(2022 版)[EB/OL]. [2024-05-13]. https://wjw.jiangsu.gov.cn/art/2022/12/15/art_7312_10707582.html.
The General Office of the National Health Commission. National monitoring program for suspected abnormal response in vaccination (2022)[EB/OL]. [2024-05-13]. https://wjw.jiangsu.gov.cn/art/2022/12/15/art_7312_10707582.html.
- [2] 李克莉,张丽娜,叶家楷,等. 中国 2017 年疑似预防接种异常反应监测[J]. 中国疫苗和免疫,2020,26(1):9-18.
Li KL, Zhang LN, Ye JK, et al. Surveillance of adverse events following immunization in China, 2017 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2020, 26(1): 9-18.
- [3] 张丽娜,李克莉,杜雯,等. 2018 年中国疑似预防接种异常反应监测[J]. 中国疫苗和免疫,2020,26(4):363-371.
Zhang LN, Li KL, Du W, et al. Surveillance of adverse events following immunization in China, 2018 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2020, 26(4): 363-371.
- [4] 张丽娜,李克莉,杜雯,等. 2019 年中国疑似预防接种异常反应监测[J]. 中国疫苗和免疫,2021,27(4):438-445.
Zhang LN, Li KL, Du W, et al. Surveillance of adverse events following immunization in China, 2019 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2021, 27(4): 438-445.
- [5] 张丽娜,李克莉,李燕,等. 2020 年中国疑似预防接种异常反应监测[J]. 中国疫苗和免疫,2022,28(2):208-218.
Zhang LN, Li KL, Li Y, et al. Surveillance of abnormal response to immunization in China, 2020 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2022, 28(2): 208-218.

- [6] 杜雯,徐飞,张大勇,等. 贵州省 2010—2017 年疑似预防接种异常反应监测分析[J]. 中国疫苗和免疫,2019,25(2):203-210.
Du W, Xu F, Zhang DY, et al. Adverse events following immunization in Guizhou province, 2010-2017 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2019, 25(2): 203-210.
- [7] 罗月雪,王苗,王秋云,等. 贵阳市 2010—2013 年免疫规划疫苗疑似预防接种副反应监测分析[J]. 江苏预防医学,2014,25(5):64-65.
Luo YX, Wang Z, Wang QY, et al. Surveillance and analysis of suspected side effects of immunization program vaccines in Guiyang from 2010 to 2013 [J]. Jiangsu Journal of Preventive Medicine, 2014, 25(5): 64-65.
- [8] 史如晶,刘俐,徐若辉,等. 2014—2020 年北京市海淀区疑似预防接种异常反应监测分析[J]. 首都公共卫生,2022,16(3):147-151.
Shi RJ, Liu L, Xu RH, et al. Surveillance analysis of abnormal response to immunization in Haidian district of Beijing from 2014 to 2020 [J]. Capital Journal of Public Health, 2022, 16(3): 147-151.
- [9] 宋开发,王运超,黄继贵. 湖北省荆州市 2012—2016 年疑似预防接种异常反应监测分析[J]. 中国疫苗和免疫,2017,23(4):458-462.
Song KF, Wang YC, Huang JG. Monitoring adverse events following immunization in Jingzhou city of Hubei province, 2012-2016 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2017, 23(4): 458-462.
- [10] 吴瑛,李瑞平,高彩虹. 2010—2020 年上海市奉贤区南桥镇疑似预防接种异常反应监测数据分析[J]. 职业与健康,2022,38(5):654-658.
Wu Y, Li RP, Gao CH. Surveillance data analysis of abnormal response to immunization in Nanqiao town, Fengxian District, Shanghai from 2010 to 2020 [J]. Journal of Occupational and Health, 2022, 38(5): 654-658.
- [11] 胡丽楠,李岩,郭爽,等. 2007—2019 年哈尔滨市疑似预防接种异常反应监测分析[J]. 现代预防医学,2020,47(12):2258-2262.
Hu LN, Li Y, Guo S, et al. Analysis on the surveillance of adverse events following immunization in Harbin from 2007 to 2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2020, 47(12): 2258-2262.
- [12] 丁武号,余要勇,张萍. 2015—2017 年安阳市疑似预防接种异常反应监测分析[J]. 现代预防医学,2019,46(5):921-924,933.
Ding WH, Yu YY, Zhang P. Surveillance of adverse events following immunization, Anyang, 2015-2017 [J]. Modern Preventive Medicine, 2019, 46(5): 921-924, 933.

收稿日期:2024-01-29

(上接第 2261 页)

- Huang YH, Wang JS, Zhang RF, et al. Relationships between sarcopenia and insulin resistance in hospitalized old patients [J]. Sichuan Journal of Physiological Sciences, 2019, 41(4): 269-271, 286.
- [23] Zyouid SH, Shakhshir M, Abushanab AS, et al. Global research trends on the links between insulin resistance and obesity: a visualization analysis [J]. Translational Medicine Communications, 2022, 7(1): 18.

- [24] 国家基层糖尿病防治管理办公室,中华医学会糖尿病分会. 中国糖尿病健康管理规范 2020 [M]. 北京:人民卫生出版社,2020.
National Grassroots Diabetes Prevention and Management Office, Diabetes Branch of Chinese Medical Association. China diabetes health management standard 2020 [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020.

收稿日期:2024-03-05