

中国中老年人群体重矫正腰围指数与慢性肾病的关联性研究

覃晓莹, 梁炎炎, 朱意琼, 陈奎冰, 王焕东, 杨钧媚, 黎燕宁

广西医科大学公共卫生学院, 广西南宁 530021

摘要: **目的** 了解中国中老年人群体重矫正腰围指数 (weight-adjusted-waist index, WWI) 与慢性肾病 (chronic kidney disease, CKD) 之间的关系。**方法** 本研究纳入了 2011 和 2015 年参加中国健康与养老追踪调查 (China Health and Retirement Longitudinal Survey, CHARLS) 的 5 630 名 45 岁及以上的中老年人, 采用 Cox 比例风险回归模型分析 WWI 作为连续变量及四分位数分组与 CKD 发病风险的关系。进一步使用限制性立方样条 (restricted cubic spline, RCS) 模型探讨 WWI 与 CKD 之间的剂量-反应关系。**结果** 在四年随访中, 共有 187 名参与者发生 CKD, 发病率为 3.32%。调整所有协变量后, WWI 每增加 1 个单位, CKD 的发生风险增加 33% ($HR=1.33, 95\%CI: 1.10 \sim 1.62$)。在 WWI 水平最高的四分位组中, CKD 的发生风险较最低四分位组增加 2.30 倍 ($HR=2.30, 95\%CI: 1.37 \sim 3.86$)。RCS 曲线显示, WWI 与 CKD 之间存在非线性剂量-反应关系 ($P_{\text{for non-linear}} < 0.05$)。**结论** WWI 与中国中老年人发生 CKD 的风险呈正相关, 并且表现出显著的非线性剂量-反应关系。

关键词: 体重矫正腰围指数; 慢性肾病; 剂量-反应关系

中图分类号: R692 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)09-1669-05

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202411214

Study on the association between weight-adjusted waist index and chronic kidney disease in the middle-aged and elderly population in China

QIN Xiao-ying, LIANG Yan-yan, ZHU Yi-qiong, CHEN Kui-bing, WANG Huan-dong, YANG Jun-mei, LI Yan-ning

School of Public Health, Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China

Abstract: Objective To investigate the relationship between the weight-adjusted waist index (WWI) and chronic kidney disease (CKD) among the middle-aged and elderly population in China. **Methods** This study included 5 630 individuals aged 45 and older who participated in the China Health and Retirement Longitudinal Survey (CHARLS) in 2011 and 2015. The Cox proportional hazards regression model was employed to analyze the association between WWI, treated as a continuous variable and categorized into quartiles, and the risk of CKD. Additionally, a restricted cubic spline (RCS) model was used to explore the dose-response relationship between WWI and CKD. **Results** During the four-year follow-up, 187 participants developed CKD, resulting in an incidence rate of 3.32%. After adjusting for all covariates, each unit increase in WWI was associated with a 33% increase in the risk of CKD ($HR: 1.33, 95\%CI: 1.10-1.62$). In the highest quartile of WWI, the risk of CKD was 2.30 times greater compared to the lowest quartile ($HR=2.30, 95\%CI: 1.37-3.86$). The RCS curve indicated a nonlinear dose-response relationship between WWI and CKD ($P_{\text{for non-linear}} < 0.05$). **Conclusion** There is a positive correlation between WWI and the risk of CKD among the middle-aged and elderly population in China, exhibiting a significant nonlinear dose-response relationship.

Keywords: Weight-adjusted waist index; Chronic kidney disease; Dose-response relationship

慢性肾脏病 (chronic kidney disease, CKD) 被定义为肾脏结构或功能异常, 持续超过 3 个月。当肾小球滤过率估计值 (estimated glomerular filtration rate, eGFR) $< 60 \text{ ml}/(\text{min} \cdot 1.73\text{m}^2)$ 或白蛋白/肌酐比值 (albumin-to-creatinine ratio, ACR) $\geq 30 \text{ mg/g}$ 时, 可诊

断为 CKD^[1-2]。CKD 是全球公认的主要非传染性疾病^[3], 其发病率持续增长, 对全球健康产生重大影响。CKD 不仅是全球范围内发病率和死亡率的直接原因, 也是导致心血管疾病的重要危险因素^[4]。因此, CKD 作为一个重要的公共卫生问题, 需早期识别并实施预防策略。

既往研究表明, 肥胖是全球疾病负担的重要因素, 也是 CKD 最常见的传统危险因素^[5]。肥胖通过胰

作者简介: 覃晓莹 (1998—), 女, 硕士在读, 研究方向: 流行病学与卫生统计学; 梁炎炎 (1999—), 男, 硕士在读, 研究方向: 流行病学与卫生统计学; 覃晓莹与梁炎炎为共同第一作者

通信作者: 黎燕宁, E-mail: liyaning@gxmu.edu.cn

胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)、脂毒性和血压升高等多种机制,增加肾脏疾病的风险^[6-7]。体重矫正腰围指数(weight-adjusted-waist index, WWI)是一种新的人体测量指标,它通过结合腰围与体重来评估肥胖^[8]。目前国内关于 WWI 与中老年人 CKD 发病风险的研究较少,且大多为横断面研究^[9],纵向研究相对匮乏。因此,本研究旨在应对传统 CKD 的危险因素肥胖,确定高风险人群,进而实施预防干预策略。我们将利用纵向研究探讨我国中老年人 WWI 与 CKD 之间的关联,以为制定干预策略提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Survey, CHARLS)研究已获得北京大学生物医学伦理委员会的伦理审查许可(批准号:IRB00001052-11015)^[10]。本研究使用 CHARLS 中 2011 和 2015 年两期追踪数据,研究者已依法完成数据使用申请并获得相应授权。本项研究的纳入标准:(1)参与了 2011 和 2015 年两次 CHARLS 调查;(2)年龄 45 岁及以上;(3)拥有完整的血液学指标和人口统计学等关键信息。排除标准:(1)基线时 eGFR < 60 ml/(min·1.73m²),即排除了基线时已诊断为 CKD 的个体;(2)血液学指标和人口统计学等关键变量数据缺失或异常;(3)存在癌症、精神疾病等合并症。根据这些标准,最终共有 5 630 名参与者被纳入本研究分析。

1.2 研究内容

本研究收集了研究对象的年龄、性别、婚姻状况、居住地、教育程度、吸烟史和饮酒史信息。纳入的指标包括:(1)身体指标:身高、体重和腰围;(2)生化指标:血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、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, LDL-C)、血尿酸(uric acid)、葡萄糖(glucose)、甘油三酯(triglyceride)、总胆固醇(total cholesterol)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)和血肌酐(serum creatinine)。

1.3 相关定义与指标

1.3.1 CKD 诊断

参考 2021 年无种族差异的慢性肾脏病学流行病学合作方程(CKD-EPI)^[11],该方程使用血肌酐水平来估计肾小球滤过率(eGFR)。

公式为: $eGFR = 142 \times \min\left(\frac{Scr}{k}, 1\right)^\alpha \times \max\left(\frac{Scr}{k}, 1\right)^{-1.2} \times 0.993 8^{age} \times 1.012$ 。其中,Scr 为血肌酐,单位为 mg/dl;k 是一个常数,女性为 0.7,男性为 0.9;α 为一个指数,女性为 -0.241,男性为 -0.302;min 表示取 Scr/k 和 1 中的较小值,max 表示取 Scr/k 和 1 中的较大值;age 为年龄;1.012 是一个性别校正因子,仅在

女性中乘以 1.012,男性则不需要。根据肾脏疾病专家共识^[12],使用 eGFR 来评估肾脏功能:当 eGFR < 60 ml/(min·1.73m²)时,定义为患有 CKD。

1.3.2 指标

身体质量指数(body mass index, BMI)= 体重(kg)/身高的二次方(m²)。WWI= 腰围(cm)/体重的平方根(\sqrt{kg})。

1.4 统计学分析

计数资料以频数和构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。定量资料中,正态分布数据以(均数 ± 标准差)表示,两组间比较使用 *t* 检验,多组间比较采用方差分析;非正态分布数据以中位数(*M*)及四分位数范围(*P*₂₅, *P*₇₅)表示,两组间差异比较使用 *U* 检验,多组间比较则用 *H* 检验。采用 Cox 比例风险模型分析 WWI 与 CKD 的发病关系,并将其以连续型变量及分类变量带入模型进行分析,计算风险比(hazard ratio, *HR*)及 95%可信区间(95% confidential interval, 95% *CI*)。通常情况下,RCS 节点数量建议设置为 3~5 个。其中,WWI 为连续变量,根据百分位数(*P*₅, *P*₂₅, *P*₇₅, *P*₉₅)^[13]选取 4 个节点,来探讨 WWI 与 CKD 之间的剂量-反应关系。所有数据分析均采用 R4.4.1 完成,双侧检验,检验水准为 α=0.05。

2 结果

2.1 按 WWI 四分位数分层的基线特征

本研究共包括 5 630 名中老年人,中位年龄为 58.0 岁,男性为 2 701 人(47.98%),女性为 2 929 人(52.02%)。在四年的随访时间里,共有 187 名参与者发生了 CKD,发病率为 3.32%。WWI 的中位数为 11.20(10.70, 11.74) cm/ \sqrt{kg} 。根据 WWI 的四分位数,将研究对象分为四组:Q1 组(≤10.70 cm/ \sqrt{kg})、Q2 组(10.71~11.20 cm/ \sqrt{kg})、Q3 组(11.21~11.74 cm/ \sqrt{kg})和 Q4 组(≥11.75 cm/ \sqrt{kg})。各组的 [*M*(*P*₂₅, *P*₇₅)] 分别为:Q1 组 10.33 (10.00, 10.54) cm/ \sqrt{kg} 、Q2 组 10.97 (10.85, 11.09) cm/ \sqrt{kg} 、Q3 组 11.45 (11.32, 11.58) cm/ \sqrt{kg} 、Q4 组 12.16 (11.94, 12.52) cm/ \sqrt{kg} 。结果显示,WWI 从 Q1 组至 Q4 组呈逐渐增大的趋势。随着 WWI 四分位数的增加,腰围、BMI、LDL-C、葡萄糖、TG、TC 和 CRP 值均升高,而身高、BUN、血尿酸、HDL-C 和血肌酐值降低。性别、婚姻状况、居住地、教育程度、吸烟史及饮酒史在不同 WWI 四分位数分组间存在差异,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。此外,我们发现随着 WWI 逐渐增大,CKD 的发病率也呈上升趋势。见表 1。

2.2 WWI 与 CKD 之间的相关性

将 WWI 以连续变量引入模型分析,调整协变量后,模型 3 的结果显示,WWI 每增加一个单位,CKD 发病风险增加 33%

($HR=1.33, 95\%CI: 1.10 \sim 1.62$)。为进一步探讨 WWI 与 CKD 发病率之间的关系, 将 WWI 分为四分位数以分类变量引入模型分析, 调整年龄和性别(模型 2)后, 以 Q1 组为参照, Q2、Q3 和 Q4 组 CKD 发病风险逐渐升高, $HR(95\%CI)$ 分别为 1.70(1.03 ~ 2.83)、2.04

(1.24 ~ 3.34)、2.62(1.57 ~ 4.35)($P_{\text{for trend}} < 0.001$)。模型 3 经过对婚姻、居住地、教育程度等协变量调整之后, WWI 在第三和第四四分位(Q3、Q4)时, CKD 发生的风险也逐渐升高, $HR(95\%CI)$ 分别为 1.90(1.15 ~ 3.14)、2.30(1.37 ~ 3.86)($P_{\text{for trend}} < 0.001$)。见表 2。

表 1 按 WWI 四分位数分层的参与者基本特征 [$M(P_{25}, P_{75}), n(\%)$]

Table 1 Basic characteristics of participants stratified by WWI quartile [$M(P_{25}, P_{75}), n(\%)$]

变量	总计 ($n=5\ 630$)	Q1($n=1\ 408$) ($\leq 10.70\text{ cm}/\sqrt{\text{kg}}$)	Q2($n=1\ 407$) ($10.71 \sim 11.20\text{ cm}/\sqrt{\text{kg}}$)	Q3($n=1\ 407$) ($11.21 \sim 11.74\text{ cm}/\sqrt{\text{kg}}$)	Q4($n=1\ 408$) ($\geq 11.75\text{ cm}/\sqrt{\text{kg}}$)	H/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	58.0(51.0, 64.0)	56.0(50.0, 62.0)	56.0(50.0, 62.0)	58.0(51.0, 64.0)	60.0(54.0, 67.0)	181.00	<0.001
性别							
女	2 929(52.02)	401(28.48)	558(39.66)	808(57.43)	1 162(82.53)	940.28	<0.001
男	2 701(47.98)	1 007(71.52)	849(60.34)	599(42.57)	246(17.47)		
婚姻							
其他	542(9.63)	110(7.81)	107(7.60)	110(7.82)	215(15.27)	68.77	<0.001
已婚	5 088(90.37)	1 298(92.19)	1 300(92.40)	1 297(92.18)	1 193(84.73)		
居住地							
城市	1 908(33.89)	426(30.26)	469(33.33)	514(36.53)	499(35.44)	14.39	0.002
农村	3 722(66.11)	982(69.74)	938(66.66)	893(63.47)	909(64.56)		
教育程度							
小学以下	2 585(45.91)	541(38.43)	535(38.02)	656(46.62)	853(60.58)		
小学	1 278(22.70)	322(22.87)	341(24.24)	323(22.96)	292(20.74)	225.12	<0.001
中学	1 203(21.37)	373(26.49)	358(25.44)	279(19.83)	193(13.71)		
高中及以上	564(10.02)	172(12.22)	173(12.30)	149(10.59)	70(4.97)		
饮酒史							
否	3 373(59.91)	689(48.93)	733(52.10)	892(63.40)	1 059(75.21)	250.79	<0.001
是	2 257(40.09)	719(51.07)	674(47.90)	515(36.60)	349(24.79)		
吸烟史							
否	3 417(60.69)	602(42.76)	735(52.24)	937(66.60)	1 143(81.18)	500.28	<0.001
是	2 213(39.31)	806(57.24)	672(47.76)	470(33.40)	265(18.82)		
CKD							
否	5 443(96.68)	1 384(98.30)	1 367(97.16)	1 356(96.38)	1 336(94.89)	26.95	<0.001
是	187(3.32)	24(1.70)	40(2.84)	51(3.62)	72(5.11)		
体重(kg)	58.9(52.3, 66.5)	57.3(51.3, 63.8)	60.6(53.0, 68.2)	60.1(53.0, 68.0)	58.1(51.8, 66.2)	73.22	<0.001
腰围(cm)	86.4(79.6, 93.2)	77.0(72.4, 82.4)	85.0(80.0, 90.5)	89.0(83.2, 94.5)	94.0(88.5, 99.6)	2 167.30	<0.001
BMI(kg/m^2)	23.6(21.3, 26.1)	21.6(19.9, 23.7)	23.4(21.3, 25.7)	24.5(22.2, 26.7)	25.1(22.8, 27.7)	754.42	<0.001
CRP(mg/L)	9.8(5.4, 20.1)	7.9(4.5, 16.1)	9.1(5.0, 19.1)	10.4(5.7, 21.9)	12.3(6.7, 24.8)	134.30	<0.001
身高(m)	1.58(1.52, 1.64)	1.63(1.57, 1.68)	1.60(1.55, 1.66)	1.57(1.52, 1.62)	1.52(1.48, 1.57)	1 204.30	<0.001
尿酸($\mu\text{mol}/\text{L}$)	252.71 (210.84, 302.25)	257.61 (213.69, 304.53)	258.41 (213.64, 307.87)	251.81 (210.00, 304.23)	243.02 (207.55, 292.98)	32.33	<0.001
血肌酐($\mu\text{mol}/\text{L}$)	65.93(56.94, 76.92)	69.92(60.93, 79.91)	67.93(58.94, 77.92)	64.93(55.94, 75.92)	61.93(54.94, 69.92)	253.75	<0.001
BUN(mmol/L)	5.36(4.48, 6.40)	5.46(4.56, 6.54)	5.42(4.49, 6.46)	5.33(4.46, 6.37)	5.23(4.43, 6.27)	16.64	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.27(1.04, 1.53)	1.34(1.10, 1.61)	1.27(1.04, 1.55)	1.24(1.01, 1.48)	1.22(1.01, 1.47)	81.85	<0.001
LDL-C(mmol/L)	2.94(2.40, 3.54)	2.84(2.29, 3.38)	2.88(2.38, 3.48)	3.02(2.44, 3.59)	3.08(2.50, 3.72)	64.87	<0.001
葡萄糖(mmol/L)	5.67(5.23, 6.24)	5.59(5.15, 6.07)	5.65(5.23, 6.25)	5.68(5.26, 6.25)	5.74(5.30, 6.37)	44.87	<0.001
TG(mmol/L)	1.19(0.85, 1.74)	0.99(0.74, 1.45)	1.16(0.84, 1.69)	1.23(0.89, 1.85)	1.35(0.98, 1.93)	233.09	<0.001
TC(mmol/L)	4.91(4.31, 5.56)	4.74(4.19, 5.37)	4.89(4.27, 5.51)	4.96(4.39, 5.56)	5.07(4.42, 5.73)	80.35	<0.001

注: WWI 及其四分位分层 Q1、Q2、Q3、Q4 组的 [$M(P_{25}, P_{75})$] 分别为 11.20 (10.70, 11.74)、10.33 (10.00, 10.54)、10.97 (10.85, 11.09)、11.45 (11.32, 11.58) 和 12.16 (11.94, 12.52) $\text{cm}/\sqrt{\text{kg}}$ 。

表 2 WWI 与 CKD 发病的 Cox 比例风险回归模型分析[HR(95%CI)]

Table 2 Cox proportional hazards regression analysis of WWI and CKD incidence [HR(95%CI)]

WWI 四分位分组	模型 1		模型 2		模型 3	
	HR(95%CI)	P 值	HR(95%CI)	P 值	HR(95%CI)	P 值
WWI	1.57(1.34 ~ 1.85)	<0.001	1.41(1.16 ~ 1.70)	<0.001	1.33(1.10 ~ 1.62)	0.004
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.68(1.01 ~ 2.78)	0.045	1.70(1.03 ~ 2.83)	0.040	1.64(0.98 ~ 2.73)	0.058
Q3	2.15(1.32 ~ 3.49)	0.002	2.04(1.24 ~ 3.34)	0.005	1.90(1.15 ~ 3.14)	0.012
Q4	3.05(1.92 ~ 4.85)	<0.001	2.62(1.57 ~ 4.35)	<0.001	2.30(1.37 ~ 3.86)	0.002
<i>P</i> for trend	<0.001		<0.001		<0.001	

注:模型 1 没有进行任何变量的调整;模型 2 进行了年龄和性别的调整;模型 3 在模型 2 的基础上进一步调整了婚姻、居住地、教育程度、吸烟史、饮酒史、BUN、HDL-C、LDL-C、血尿酸、葡萄糖、TG、TC、CRP。

2.3 WWI 与 CKD 风险的剂量反应关系 使用 RCS 模型进一步检查连续型变量 WWI 与 CKD 风险的剂量-反应关系,并设定了 4 个节点。调整混杂因素后,研究结果显示,WWI 与 CKD 发病风险之间存在非线性剂量反应关系($P_{for\ overall} < 0.05, P_{for\ nonlinear} < 0.05$)。当 WWI < 9.59 时,HR 值接近 1,表明在此范围内 WWI 的增加对 CKD 风险的影响不显著。当超过 9.59 的拐点后,HR 值随 WWI 的增加显著上升,表明更高的 WWI 水平显著增加 CKD 的发病风险。见图 1。

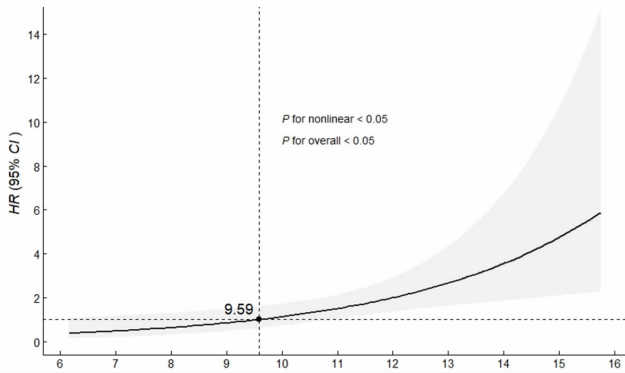


图 1 WWI 和 CKD 发病风险的剂量反应关系

Figure 1 Dose-response relationship between WWI and CKD risk

3 讨论

以往研究主要聚焦于 BMI 和腰围;等传统肥胖指标与 CKD 之间的关系。BMI 反映的是人体整体脂肪含量,但 CKD 患者有时会出现身体成分的改变(例如,肌肉量减少、内脏脂肪增加)。腰围;则反映腹部脂肪含量,因此这两者在衡量体脂含量方面存在一定的局限性^[14-15]。因此,可以表明传统的肥胖指标可能未能全面揭示肥胖与 CKD 之间的关系。WWI 是通过腰围除以体重的平方根计算得出,能够结合腰围;的优势,更好的反映脂肪和肌肉成分^[16]。这两项指标在临床实践中很容易获得,大量研究表明,WWI 与高血压、糖尿病和中风之间均存在正相关关系^[17-19]。因此,

本研究采用 WWI 评估肥胖与中老年人 CKD 发病风险的相关性。

本研究基于 CHARLS 采用纵向研究方法评估了我国中老年人 WWI 与 CKD 发病风险之间的关联。研究结果显示,较高的 WWI 水平与 CKD 发病风险呈正相关,进一步支持了 WWI 作为一种潜在的 CKD 风险预测指标的可能性。迄今为止,有关 WWI 与 CKD 之间关联的证据较为有限,本研究为首次开展的纵向研究,旨在探索 WWI 与 CKD 之间的关系,尤其关注非线性剂量-反应关系。尽管关于 WWI 与肾功能关系的研究数量相对较少,但已有一些研究提示 WWI 可能与 CKD 的发生风险相关。限制性立方样条图能够更直观、准确地描述 WWI 与 CKD 之间的关系,并揭示随 WWI 水平变化,CKD 发病风险的变化趋势。本研究的 RCS 结果显示,WWI 与 CKD 之间存在非线性剂量-反应关系,表明 WWI 水平的变化对 CKD 风险的影响并非线性,而是在某些阈值下显著增强。具体而言,当 WWI 水平处于一定范围内(WWI > 9.59)时,WWI 水平越高,发生 CKD 的风险也越高。这一结果与其他研究结果相一致。例如,美国的一项基于全国健康和营养检查调查(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)的研究也发现,当 WWI > 9.81 时,WWI 与 CKD 的患病率呈正相关,平滑曲线拟合结果同样显示 WWI 与 CKD 之间存在非线性关系^[20]。此外,新疆的一项横断面研究也表明,WWI 与低 eGFR 存在非线性联系,且当 WWI > 11.32 时,随着 WWI 的增加,低 eGFR 的发生风险显著上升^[9]。这两项研究的结果均表明,高水平的 WWI 与 CKD 或肾功能损害相关,虽然不同研究中 WWI 的拐点存在差异,但这些差异可能与研究人群、生活方式和地域特征等因素有关。

本研究数据源自 CHARLS,该调查凭借其庞大的样本量、较长的随访周期以及高质量的数据,赋予了研究结果较高的可靠性。本研究采用纵向设计,旨在探讨 WWI 与中老年人群 CKD 发病风险的关联,相

较于横断面研究, 提供了更强的证据支持。然而, 本研究仍存在局限性。首先, 2011 和 2015 年 CHARLS 血液学检查数据存在较多缺失值, 可能导致部分 CKD 患者未被诊断。其次, 研究的目标群体为 CHARLS 调查对象, 因此结论的外部适用性可能受限。此外, 由于本研究仅使用了 2011 和 2015 年这两个时间点的数据, 这在一定程度上限制了对 WWI 与 CKD 之间非线性关系的全面探讨。未来研究应考虑增加更多时间点的数据, 并应用适当的统计方法, 以更全面地探讨 WWI 与 CKD 之间的非线性关系, 从而弥补本研究的不足。

综上所述, CKD 发病风险随 WWI 的增加而增加。因此, WWI 可作为一种潜在的预测指标, 用于评估我国中老年人 CKD 的发病风险。这一发现进一步凸显了控制肥胖在预防 CKD 中的关键作用, 而 WWI 作为一种新兴的肥胖评估指标, 其重要性不容忽视。未来的研究应持续深入探索 WWI 在 CKD 早期预测中的应用潜力, 以期更有效地预防和管理 CKD, 尤其是针对高 WWI 水平的中老年人, 采取针对性措施降低其 CKD 发生风险。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Miguel V, Shaw IW, Kramann R. Metabolism at the crossroads of inflammation and fibrosis in chronic kidney disease [J]. *Nature Reviews Nephrology*, 2025, 21(1): 39–56.
- [2] Farrell DR, Vassalotti JA. Screening, identifying, and treating chronic kidney disease: why, who, when, how, and what? [J]. *BMC Nephrology*, 2024, 25(1): 34.
- [3] De NL, Minutolo R. Worldwide growing epidemic of CKD: Fact or fiction? [J]. *Kidney International*, 2016, 90(3): 482–484.
- [4] GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional, and National burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2020, 395(10225): 709–733.
- [5] Jiang Z, Wang Y, Zhao X, et al. Obesity and chronic kidney disease [J]. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 2023, 324(1): E24–E41.
- [6] Kounatidis D, Vallianou NG, Stratigou T, et al. The kidney in obesity: Current evidence, perspectives and controversies [J]. *Current Obesity Reports*, 2024, 13(4): 680–702.
- [7] Nagata DSE, Hishida E. Elucidating the complex interplay between chronic kidney disease and hypertension [J]. *Hypertension Research*, 2024, 47(12): 3409–3422.
- [8] Park Y, Kim NH, Kwon TY, et al. A novel adiposity index as an integrated predictor of cardiometabolic disease morbidity and mortality [J]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 16753.
- [9] 阿娜尔·高少, 迪丽胡玛尔·艾力, 巴合古·依明尼亚孜, 等. 60 岁及以上人群体重调整腰围指数与低 eGFR 的相关性研究 [J]. *新疆医科大学学报*, 2024, 47(5): 628–632.
A Na Er – Gao Shao, Di Li Hu Ma Er – Ai Li, Ba He Gu – Yi Ming Ni Ya Zi, et al. A study of correlation between weight-adjusted-waist index (WWI) and low eGFR in People aged 60 years and older [J]. *Journal of Xinjiang Medical University*, 2024, 47(5): 628–632. (In Chinese)
- [10] 郭玉, 王昌理, 丁任, 等. 中国中老年人肺功能、慢性肺疾病与头痛的相关性: 基于 CHARLS 分析 [J]. *海军军医大学学报*, 2024, 45(11): 1395–1401.
Guo Y, Wang CL, Ding R, et al. Correlations of pulmonary function and chronic lung diseases with headache in middle-aged and elderly People in China: based on CHARLS [J]. *Academic Journal of Naval Medical University*, 2024, 45(11): 1395–1401. (In Chinese)
- [11] Inker LA, Eneanya ND, Coresh J, et al. New creatinine- and cystatin C–Based equations to estimate GFR without race [J]. *New England Journal of Medicine*, 2021, 385(19): 1737–1749.
- [12] Lameire NH, Levin A, Kellum JA, et al. Harmonizing acute and chronic kidney disease definition and classification: report of a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Consensus Conference [J]. *Kidney International*, 2021, 100(3): 516–526.
- [13] Desquilbet L, Mariotti F. Dose-response analyses using restricted cubic spline functions in public health research [J]. *Medicine Statistics*, 2010, 29(9): 1037–1057.
- [14] 何双涛, 刘军. 人体肥胖指数(BAI)作为中国人肥胖新指标的可行性探讨 [J]. *复旦学报: 医学版*, 2014, 41(6): 760–764.
He ST, Liu J. Body adiposity index (BAI) could be a new marker of obesity in the Chinese population [J]. *Fudan University Journal of Medical Sciences*, 2014, 41(6): 760–764. (In Chinese)
- [15] Chintam K, Chang AR. Strategies to treat obesity in patients with CKD [J]. *American Journal of Kidney Diseases*, 2020, 77(3): 427.
- [16] Wang XH, Yang S, He GS, et al. The association between weight-adjusted-waist index and total bone mineral density in adolescents: NHANES 2011–2018 [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2023, 14: 1191501.
- [17] Huang A, Lin B, Jia Z, et al. Correlation between weight-adjusted-waist index and hypertension in the US population: Based on data from NHANES 2005–2018 [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2024, 11: 1416836.
- [18] Zheng DD, Zhao SZ, Luo D, et al. Association between the weight-adjusted waist index and the odds of type 2 diabetes mellitus in United States adults: a cross-sectional study [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2023, 14: 1325454.
- [19] Ye JY, Hu YJ, Chen XR, et al. Association between the weight-adjusted waist index and stroke: a cross-sectional study [J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 1689.
- [20] Li XW, Wang LY, Zhou HY, et al. Association between weight-adjusted-waist index and chronic kidney disease: a cross-sectional study [J]. *BMC Nephrology*, 2023, 24(1): 266.

收稿日期: 2024–11–13