·流行病与统计方法·

基于断点回归设计的中年女性腰围与糖尿病发病因果推断研究

郭昭艳[1],张琦豪[1],赵祯[1],王续鹏[2]
1.郑州市骨科医院疾病预防控制科,河南 郑州 450000;2.郑州市骨科医院运动医学科,河南 郑州 450000

摘要:目的　探讨中年女性腰围与糖尿病发病的因果关联,评估现行腰围界值的有效性,并探索潜在的最佳风险界值。**方法**　基于中国健康与养老追踪调查 2013 年基线数据,建立全国代表性的 45～60 岁无糖尿病女性前瞻性队列,链接 2015、2018 及 2020 年随访数据。采用断点回归设计,以腰围为分配变量,首先验证 85 cm 界值处的关联,继而采用系统性断点搜索法探寻潜在有效界值,并通过有效性、稳健性检验与亚组分析评估结果。**结果**　共纳入 3 379 名研究对象,经过 7 年的随访,414 人(12.25%)发生糖尿病。在腰围 85 cm 处未发现显著的糖尿病风险跳跃(估计值 =0.062, 95%*CI*: −0.097～0.222, *P*=0.444)。探索性分析显示,在 80 cm 处存在显著的风险断点,局部平均处理效应(local average treatment effect,LATE)估计值为 0.171(95%*CI*: 0.044～0.298, *P*=0.008),即腰围超过 80 cm 人群糖尿病发病绝对风险增加 17.1 个百分点。亚组分析表明,该关联在身体质量指数(body mass index,BMI)<24 kg/m² 组中更显著(LATE 估计值 =0.243, 95%*CI*: 0.086～0.401, *P*=0.003),而在 BMI≥24 kg/m² 组中未观察到显著效应(LATE 估计值 =−0.009, 95%*CI*: −0.244～0.225, *P*=0.937)。**结论**　对于中年女性,腰围 80 cm 可能是比 85 cm 更敏感的糖尿病预警阈值,且其预警价值主要集中于 BMI 正常人群,采用更严格的腰围标准可能有助于早期识别此类隐匿性高危个体。

关键词:腰围;糖尿病;断点回归设计;因果推断;中年女性
中图分类号:R587.1;R181.3　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1003-8507(2026)17-3105-06
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202512112

Causal inference of waist circumference and incident diabetes in middle-aged women based on a regression discontinuity design

GUO Zhao-yan*, ZHANG Qi-hao, ZHAO Zhen, WANG Xu-peng
Disease Prevention and Control Department, Zhengzhou Orthopaedic Hospital, Zhengzhou, Henan 450000, China

Abstract: Objective To investigate the causal relationship between waist circumference and the incidence of diabetes in middle-aged women, evaluate the effectiveness of the current waist circumference cutoff, and explore potential optimal risk thresholds. **Methods** A nationally representative prospective cohort of women aged 45-60 years without diabetes was established using the 2013 baseline data from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), with follow-up data from 2015, 2018, and 2020. A regression discontinuity design was employed, using waist circumference as the assignment variable. The association at the 85 cm cutoff was first tested, followed by a systematic cutoff search to identify potential effective thresholds. The findings were assessed through validity checks, robustness checks, and subgroup analyses. **Results** A total of 3 379 participants were included. Over the 7-year follow-up, 414 individuals (12.25%) developed diabetes. No significant jump in diabetes risk was observed at the 85 cm cutoff (estimate=0.062, 95% *CI*: −0.097-0.222, *P*=0.444). Exploratory analysis revealed a significant risk discontinuity at 80 cm, with a local average treatment effect (LATE) of 0.171 (95% *CI*: 0.044-0.298, *P*=0.008), indicating that exceeding a waist circumference of 80 cm led to an absolute increase of 17.1 percentage points in the risk of incident diabetes. Subgroup analysis indicated that this association was more pronounced in the group with BMI <24 kg/m² (LATE estimate =0.243, 95% *CI*: 0.086-0.401, *P*=0.003), while no significant effect was observed in the group with BMI ≥24 kg/m² (LATE estimate =−0.009, 95% *CI*: −0.244-0.225, *P*=0.937). **Conclusion** For middle-aged women, a waist circumference of 80 cm may be a more sensitive warning threshold for diabetes risk than 85 cm. The predictive value of this threshold is primarily concentrated in individuals with a normal-range BMI. Implementing a stricter waist circumference standard may help facilitate the early identification of these otherwise unrecognized high-risk individuals.

基金项目:河南省医学科技攻关计划联合共建项目(LHGJ20220890)
作者简介:郭昭艳(1997—),女,硕士,医师,研究方向:慢性病预防与控制
通信作者:王续鹏,E-mail:13733165970@163.com

Keywords: Waist circumference; Diabetes mellitus; Regression discontinuity design; Causal inference; Middle-aged women

糖尿病作为危害广泛的慢性代谢性疾病，其患病率在全球范围内持续攀升，构成了严峻的公共卫生挑战[1-2]。在糖尿病发病机制中，肥胖被视为关键的可改变危险因素[3]，其中，中心性肥胖与糖尿病发生发展的关联尤为密切[4]。腰围作为评估中心性肥胖的临床常用指标，因其操作简便、可重复性好等特点，在人群糖尿病风险筛查中具有独特优势[5]。目前，我国临床指南对于女性推荐采用腰围≥85 cm 作为中心性肥胖的判定标准[6]。然而，近年来多项研究[5,7]显示，针对我国女性人群体型、体脂分布及代谢特点等特征，可能需要更为严格的腰围界值才能有效识别糖尿病高危人群。

要科学地验证腰围界值与糖尿病发病的因果关联，并探寻其潜在的最佳风险阈值，需要超越传统相关性分析的研究范式。断点回归设计作为一种准实验研究方法，通过利用“处理分配”（即是否被判定为中心性肥胖）完全依赖于连续变量（腰围）是否超过预设断点的规则，在断点附近创造“局部随机化”条件。该方法的核心优势在于将界值附近的个体近似视为随机分组，从而有效控制可观测与不可观测混杂因素的影响[8]，为评价界值的因果有效性提供了方法学上的创新路径。

将这一严谨的方法应用于中年女性群体，具有突出的公共卫生价值与科学必要性。此年龄段女性正经历围绝经期至绝经后的生理转型，体内雌激素水平变化导致脂肪分布向心性转移，使其成为糖尿病风险快速上升的易感窗口期[9-10]。针对此关键人群开展研究，不仅能够为中心性肥胖与糖尿病关联机制提供性别特异性的因果证据，更重要的是，其研究结果可为建立符合我国女性生理特征的糖尿病早期预警标准提供直接的科学支撑。通过断点回归设计获得的因果证据，可为临床实践和公共卫生决策提供更可靠的风险分层依据。

基于此，本研究利用具有全国代表性的大型队列数据——中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Survey, CHARLS），在既往研究基础上进行以下三方面推进：（1）因果性验证：首次采用断点回归设计检验现行 85 cm 腰围界值对中年女性糖尿病发病是否存在因果效应；（2）系统性探索：在 75～95 cm 范围内识别使糖尿病风险发生显著跳跃的潜在阈值；（3）亚组异质性分析：明确该阈值效应在不同身体质量指数（body mass index,BMI）人群中的差异。以期为中年女性糖尿病的精准筛查提供因果依据和分层化策略。

1　对象与方法

1.1　研究对象来源　本研究数据来源于北京大学中国社会科学调查中心执行的 CHARLS，该调查采用多阶段分层概率比例抽样方法，旨在收集一套代表中国 45 岁及以上中老年人家庭的高质量微观数据，CHARLS 各轮调查均获得了北京大学生物医学伦理委员会的批准（批准号为：IRB00001052-11015）。本研究选择 CHARLS 2013 年的全国调查数据为基线，2015、2018 和 2020 年三轮追踪随访数据为结局，构建纵向队列。排除标准：（1）年龄＜45 岁或＞60 岁；（2）男性；（3）腰围数据缺失；（4）腰围异常值（±3 倍标准差之外）；（5）基线患糖尿病；（6）2015、2018 和 2020 年均失访。最终共 3 379 人纳入分析，所有参与者均签署知情同意书[11]。见图 1。

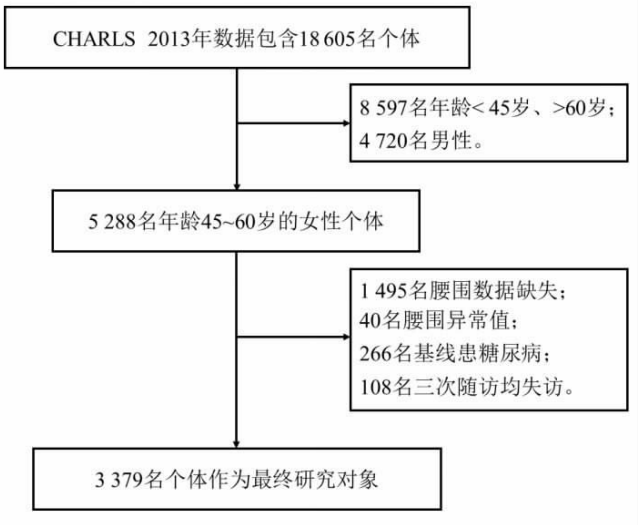


图 1　样本筛选流程图

Figure 1　Sample screening flowchart

1.2　变量定义　腰围：为关键分配变量，由经过培训的调查员按照标准程序测量，单位为厘米（cm），作为连续变量纳入分析。糖尿病：为二分类结局变量，定义为在任一次随访中，自我报告曾被医生诊断为糖尿病或血糖升高（包括糖耐量异常和空腹血糖升高）或自我报告开始常规服用降糖药物。协变量：收集基线可能存在的混杂因素，包括年龄、居住地、婚姻状况、教育水平、BMI、吸烟状况、饮酒状况以及高血压患病情况。

1.3　统计分析　使用 IBM SPSS Statistics 25.0、Stata 15 软件完成统计分析，并依赖于“rdrobust”包进行断点回归估计。所有假设检验均为双侧检验，检验水准 $\alpha=0.05$。

1.3.1　描述性分析　对研究对象的基本特征进行描述，分类变量采用[n(%)]表示，组间比较采用 χ^2 检验；连续变量采用[$M(P_{25},P_{75})$]表示，组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。

1.3.2　断点回归分析核心框架　其核心模型设定如下：$Y_i=\beta_0+\beta_1(WC_i-c)+\beta_2T_i+\beta_3(WC_i-c)\times T_i+\in_i$

其中，Y_i 表示个体 i 的糖尿病发病状态，WC_i 为其基线腰围测量值，c 为预设的腰围界值，T_i 为处理指示变量，β_2 即为在界值 c 处所关注的局部平均处理效应(local average treatment effect，LATE)估计值。分析过程遵循以下步骤：(1)验证性分析：以国内指南推荐的 85 cm 为预设界值(c=85)，拟合上述模型，估计其 LATE。最优带宽的选择基于均方误差最小化准则，并辅以三角核函数进行局部加权回归。(2)探索性分析：借鉴 RDD 分析框架，将腰围界值视为“诊断性分配规则”(即超过界值即被判定为中心性肥胖，触发相应临床管理)，在腰围的合理分布区间(75～95 cm)内，以 1 cm 为步长进行系统性断点搜索，识别出风险跳跃显著的界点。(3)有效性检验：根据 McCrary(2008)方法[12]对腰围在断点处的连续性以及协变量平滑性假设进行检验。(4)稳健性检验：包括矩形核的最小二乘法回归、不同带宽敏感性分析、加入协变量的估计结果。(5)亚组分析：为考察腰围与糖尿病关联的异质性，按基线 BMI (<24 kg/m² vs. ≥24 kg/m²)分层分析。

2　结　果

2.1　一般资料描述分析　共 3 379 名研究对象纳入分析，经过 7 年的随访，414 人(12.25%)发生糖尿病。以本研究发现的腰围潜在关键界值 80 cm 分组，其基线特征见表 1。两组研究对象在年龄、BMI、婚姻状况、教育水平、吸烟及高血压患病方面均有统计学差异(P<0.05)。

表 1　研究对象基线特征描述分析[$M(P_{25},P_{75})$, n(%)]

Table 1　Descriptive analysis of baseline characteristics of the study subjects [$M(P_{25}, P_{75})$, n(%)]

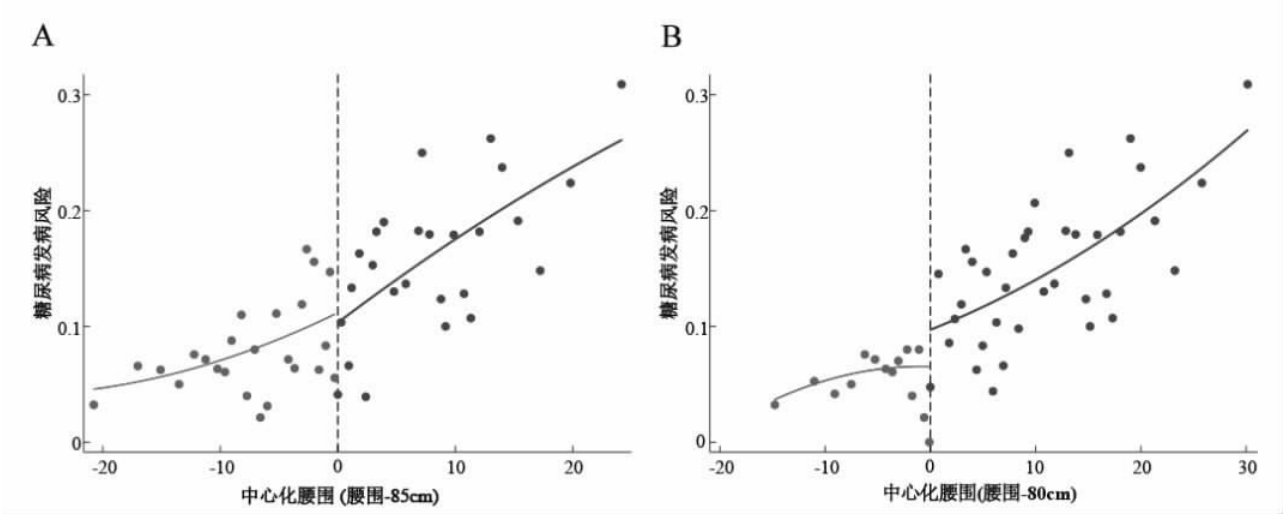
变量	总体(n=3 379)	腰围<80 cm(n=805)	腰围≥80 cm(n=2 574)	Z/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	52.00 (49.00, 57.00)	51.00 (48.00, 57.00)	53.00 (49.00, 57.00)	−2.399	0.016
BMI(kg/m²)	24.45 (22.12, 26.93)	20.90 (19.51, 22.26)	25.50 (23.65, 27.73)	−35.646	<0.001
居住地				1.477	0.224
农村	2 833 (83.84)	686 (85.22)	2 147 (83.41)		
城镇	546 (16.16)	119 (14.78)	427 (16.59)		
婚姻状态				6.115	0.013
在婚	3 172 (93.87)	741 (92.05)	2 431 (94.44)		
非再婚	207 (6.13)	64 (7.95)	143 (5.56)		
教育水平				8.184	0.017
小学及以下	2 299 (68.04)	570 (70.81)	1 729 (67.17)		
初中及高中	1 041 (30.81)	221 (27.45)	820 (31.86)		
大学及以上	39 (1.15)	14 (1.74)	25 (0.97)		
吸烟				7.817	0.005
否	3 250 (96.18)	761 (94.53)	2 489 (96.70)		
是	129 (3.82)	44 (5.47)	85 (3.30)		
饮酒(次)				0.495	0.482
每月≤1	3 097 (91.65)	733 (91.06)	2 364 (91.84)		
每月>1	282 (8.35)	72 (8.94)	210 (8.16)		
高血压				66.980	<0.001
否	2 215 (65.55)	624 (77.52)	1 591 (61.81)		
是	1 164 (34.45)	181 (22.48)	983 (38.19)		

2.2　断点回归分析结果

2.2.1　验证性与探索性分析　以 85 cm 为界值的验证性分析结果显示，该处新发糖尿病风险的 LATE 估计值为 0.062(95% CI: −0.097～0.222, P=0.444)，差异无统计学意义。探索性分析发现，最优带宽为 2.51 cm，在 80 cm 处存在一个显著的糖尿病风险跳跃，该点的 LATE 估计值为 0.171 (95% CI: 0.044～0.298, P=0.008)，即腰围超过 80 cm 使糖尿病发病风险增加 17.1%。见图 2。

2.2.2　有效性检验　按照 McCrary(2008)的计算方法，得出在断点 80 cm 前后的密度差异为 0.010，标准误为 0.081(t=−0.129, P=0.897)，表明腰围在 80 cm 附近分布自然，无显著密度跳跃，见图 3。该结果排除了人为操纵腰围测量值的可能，满足了对断点处风险跳

跃进行因果解释的前提条件。



注：A 图为腰围 85 cm 界值处的断点回归拟合图，显示该处无明显风险跳跃（LATE 估计值 =0.062，*P*=0.444）；B 图为腰围 80 cm 界值处的断点回归拟合图，拟合线在断点左右不连续，显示该处存在明显风险跳跃（LATE 估计值 =0.171，*P*=0.008）。

图 2　断点回归分析图

Figure 2　Regression discontinuity analysis diagram

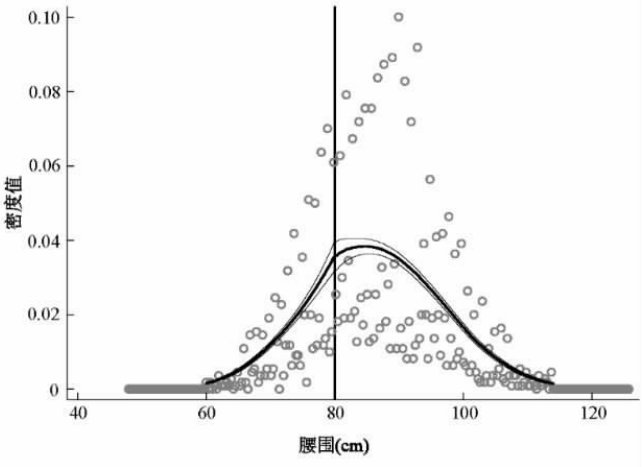


图 3　腰围在 80 cm 前后的密度分布

Figure 3　Density distribution of waist circumference before and after 80 cm

协变量平滑性检验结果显示，年龄、BMI 等 6 个协变量在断点 80 cm 处的估计系数均不显著（*P*>0.05），符合局部随机化假设。见表 2。

表 2　个人特征变量的平滑性检验

Table 2　Smoothness test for individual characteristic variables

变量	LATE 估计值 (95% *CI*)	s_x^-	*Z* 值	*P* 值
年龄	0.843 (−1.074 ~ 2.761)	0.978	0.86	0.389
BMI	0.365 (−0.485 ~ 1.215)	0.434	0.84	0.400
婚姻状况	−0.060 (−0.173 ~ 0.052)	0.057	−1.06	0.291
教育水平	0.077 (−0.135 ~ 0.290)	0.108	0.71	0.476
吸烟	−0.021 (−0.106 ~ 0.064)	0.043	−0.49	0.627
高血压	0.073 (−0.095 ~ 0.241)	0.086	0.86	0.392

注：LATE 解释为糖尿病发病风险的绝对变化值。

2.2.3　稳健性检验　针对基准结果的稳健性检验证实了主要发现的可靠性。更换核函数、大幅调整带宽（50% ~ 150%）或纳入协变量后，估计值均与基准结果相近且仍具有统计学意义（*P*<0.05），见表 3。此外，在 75 cm 与 90 cm 处的安慰剂检验均未发现显著效应（*P*>0.05），排除了其他混杂因素导致虚假断点的可能。

表 3　腰围与糖尿病风险的断点估计稳健性分析

Table 3　Robustness analysis of regression discontinuity estimates for the relationship between waist circumference and diabetes risk

类别	LATE 估计值 (95% *CI*)	s_x^-	*Z* 值	*P* 值
基准	0.171 (0.044 ~ 0.299)	0.065	2.63	0.008
核函数类型				
矩形核	0.179 (0.034 ~ 0.324)	0.074	2.42	0.016
最优带宽倍数				
50%	0.265 (0.045 ~ 0.485)	0.112	2.36	0.018
150%	0.104 (0.009 ~ 0.198)	0.048	2.14	0.032
协变量				
加入	0.173 (0.047 ~ 0.299)	0.064	2.69	0.007
假想断点 (cm)				
75	0.056 (−0.076 ~ 0.187)	0.067	0.83	0.407
90	−0.091 (−0.220 ~ 0.037)	0.065	−1.40	0.162

注：“基准”为使用三角核函数、在最优带宽下 80 cm处的估计结果；LATE 解释为糖尿病发病风险的绝对变化值。

2.2.4　亚组分析　按基线 BMI 分层后的分析显示，在 80 cm 处，糖尿病风险的关联模式存在明显差异。在 BMI 正常组（<24 kg/m²）中，观察到显著且稳健的风险跳跃（LATE 估计值 =0.243, 95% *CI*: 0.086 ~ 0.401, *P*=0.003），表明在该亚组中，腰围超过 80 cm 对

糖尿病发病存在显著的局部平均因果效应，效应值为24.3%。然而，在超重 / 肥胖组（≥24 kg/m²）中，同一腰围界值处未检测到统计学上显著的风险跳跃（LATE估计值 =–0.009, 95%*CI*: –0.244 ~ 0.225, P=0.937），提示该因果效应仅存在于 BMI 正常人群，具有明显的异质性。

3　讨　论

本研究基于 CHARLS 队列数据，采用断点回归设计探讨了我国中年女性腰围与糖尿病发病的因果关联。研究发现，现行指南推荐的 85 cm 界值未在 45 ~ 60 岁围绝经期女性中显示出显著糖尿病发病风险跳跃，而在 80 cm 处存在稳健的因果效应断点，且该效应在 BMI 正常人群中更为突出。这一发现具有以下创新意义：方法学上，通过断点回归设计实现了从“相关性”到“因果性”的证据升级；内容上，首次揭示 80 cm 阈值的因果效应主要集中于 BMI 正常人群，为正常体重中心性肥胖这一隐匿高危群体提供了量化筛查标准；实践上，80 cm 阈值较 85 cm 标准提前 5 cm 预警，可精准识别 BMI 正常但腰围超标的隐匿性高危群体，为糖尿病精准筛查提供可操作靶点，有助于提升防控效率与成本效益，响应了全球对正常体重腹型肥胖人群代谢风险的关注。

本研究提出的 80 cm 腰围阈值，与中国人群代谢特征及多项权威研究结论高度契合，且有明确的生理机制支撑。从证据一致性来看，翟屹等人[13]发现，腰围＞80 cm 的 45 岁以上女性患糖尿病风险是＜80 cm 组的 1.9 倍；张思婷等人[7]的横断面研究显示，女性腰围与糖尿病患病风险呈现非线性正关联（*P*=0.024），当女性腰围超过 80 cm，患病风险急剧上升；一项包含 28 项全球研究的荟萃分析[14]证实，腰围对糖尿病的诊断效能整体较优，且明确亚裔女性诊断糖尿病的适宜腰围范围为 75 ~ 80 cm，显著低于欧美女性的 85 cm；国际糖尿病联盟针对亚洲人群的共识[15]也指出，亚洲女性腰围≥80 cm 即可判定为中心性肥胖，反映了亚洲人群在较低 BMI 下内脏脂肪堆积更显著、代谢风险更敏感的种族特征。与既往横断面研究不同，本研究通过 7 年队列随访，进一步验证了该阈值与糖尿病发病风险的纵向因果关联，而非仅局限于现患风险关联，为 80 cm 阈值的临床应用提供了更坚实的因果证据支撑。

从生理机制来看，45 ~ 60 岁女性多处于围绝经期，卵巢功能衰退导致内源性雌激素水平显著下降[16]，而雌激素对脂肪分布与代谢稳态具有关键调节作用，其缺乏会促使脂肪向腹部选择性堆积，加剧胰岛素抵抗[17]，导致糖尿病风险上升的临界点提前显现。这一独特的生理阶段特征，决定了中年女性需要比通用标准更严格的腰围阈值，以实现早期风险识别。

本研究发现 80 cm 阈值的预警价值集中于 BMI 正常人群，这一结果与全球研究趋势相符。一项包含 91 个国家 47 万名参与者的横断面研究[18]显示，正常体重中心性肥胖会使糖尿病患病风险升高 81%（*OR*=1.81, 95%*CI*: 1.72 ~ 1.90）。纳入 14 项研究的系统综述[19]发现，正常体重肥胖和正常体重中心性肥胖与糖尿病显著相关（汇总 *OR*=1.82, 95%*CI*: 1.62 ~ 2.04, I^2=64%）。其核心机制在于这类人群的脂肪主要堆积于腹部内脏器官周围，而非皮下组织，内脏脂肪的炎症因子分泌与代谢紊乱作用更强[20]。

本研究的局限性包括以下几点：（1）糖尿病诊断部分依赖自我报告，可能低于实际发病率；（2）研究结论主要适用于界值附近人群，向更广泛人群的外推需保持谨慎；（3）未能包含绝经状态、雌激素水平等中年女性特异性变量，可能存在未测量混杂；（4）未能考察腰围动态变化对糖尿病风险的影响，这需要未来研究通过重复测量设计进一步探讨。

基于研究结论，建议在临床实践中加强对中年女性腰围指标的定期监测，特别应关注体重正常人群的腹型肥胖状况。未来可开展前瞻性干预研究，验证以 80 cm 为阈值的生活方式干预对降低中年女性糖尿病发病风险的有效性，并结合多组学数据深入阐明中心性肥胖影响糖尿病的分子机制，为制定更为精准的糖尿病防控策略提供科学依据。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Collaborators GG. Regional, and National burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050:a systematic analysis for the global burden of disease study 2021[J]. Lancet, 2023, 402(10397): 203–234.

[2] 屈艾彬，温馥源，黄鑫，等. 1990–2021 年全球背景下中国 2 型糖尿病流行情况、疾病负担和危险因素分析及预测研究[J]. 中华流行病学杂志，2025，46(9)：1570–1579.
Qu AB, Wen FY, Huang X, et al. Analysis and prediction of prevalence, disease burden of type 2 diabetes mellitus and risk factors in China from 1990 to 2021 in a global context [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2025, 46(9): 1570–1579.(In Chinese)

[3] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南（2020 年版）[J]. 中华糖尿病杂志，2021，13(4)：315–409.
Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition) [J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2021, 13(4): 315–409.(In Chinese)

[4] Cao CC, Hu HF, Zheng XD, et al.Association between central obesity and incident diabetes mellitus among Japanese: a retrospective cohort study using propensity score matching [J]. Scientific Reports, 2022, 12(1): 13445.

[5] Zhang XX, Liu MQ, Xuan HJ, et al. The association between

obesity-related indicators and uncontrolled diabetes mellitus in the elderly: a community-based study in China [J]. Front Med (Lausanne), 2025, 12: 1640888.

[6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 肥胖症诊疗指南（2024 年版）[J]. 中华消化外科杂志，2024，23（10）：1237-1260.
National Health Commission of the People's Republic of China. Guideline for diagnosis and treatment of obesity (2024 edition)[J]. Chinese Journal of Digestive Surgery, 2024, 23 (10): 1237-1260.(In Chinese)

[7] 张思婷，张继国，贾小芳，等. 2018 年中国 15 省份 18～65 岁居民肥胖与 2 型糖尿病患病的关联研究[J]. 中华流行病学杂志，2022，43（10）：1596-1602.
Zhang ST, Zhang JG, Jia XF, et al. Association between obesity and the prevalence of type 2 diabetes mellitus among Chinese adults aged 18-65 years in 15 provinces in 2018 [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2022, 43(10): 1596-1602.(In Chinese)

[8] 郭昭艳，刘莉，余方方，等. 断点回归设计在流行病学研究中的应用[J]. 中华预防医学杂志，2021，55（9）：1168-1172.
Guo ZY, Liu L, Yu FF, et al. Application of regression discontinuity design in epidemiological research [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2021, 55(9): 1168-1172.(In Chinese)

[9] Lee HA. Long-term waist circumference and diabetes risk in premenopausal women: role of shared risk factors [J]. BMC Women's Health, 2025, 25(1): 532.

[10] Munshi A, Garg R. Diabetes and menopause: an intricate interplay [J]. Journal of Mid-life Health, 2025, 16(3): 231-234.

[11] 北京大学国家发展研究院. 中国健康与养老追踪调查(CHARLS)[EB/OL]. [2026-06-08]. https://charls.pku.edu.cn.
National School of Development, Peking University. China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) [EB/OL]. [2026-06-08] https://charls.pku.edu.cn.(In Chinese)

[12] Mccrary J. Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test [J]. Journal of Econometrics, 2008, 142(2): 698-714.

[13] 翟屹，赵文华，陈春明. 中国中老年人群和高个成年人中心型肥胖的腰围界值点验证[J]. 中华流行病学杂志，2010，31（6）：621-625.
Zhai Y, Zhao WH, Chen CM. Verification on the cut-offs of waist circumference for defining central obesity in Chinese elderly and tall adults [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2010, 31 (6): 621-625. (In Chinese)

[14] Qiao Q, Nyamdorj R. The optimal cutoff values and their performance of waist circumference and waist-to-hip ratio for diagnosing type II diabetes [J]. European Journal of Clinical Nutrition, 2010, 64 (1): 23-29.

[15] Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome--a new worldwide definition[J]. Lancet, 2005, 366(9491): 1059-1062.

[16] 中华医学会妇产科学分会绝经学组. 中国绝经管理与绝经激素治疗指南 2023 版[J]. 中华妇产科杂志，2023，58（1）：4-21.
Menopause Group, Chinese Society of Obstetrics and Gynecology, Chinese Medical Association. The 2023 Chinese menopause symptom management and menopausal hormone therapy guidelines [J]. Chinese Journal of Obstetrics and Gynecology, 2023, 58 (1): 4-21.(In Chinese)

[17] Choi MJ, Yu J. Menopause and diabetes risk along with trajectory of β-Cell function and insulin sensitivity: a Community-Based cohort study[J]. Healthcare, 2025, 13(9): 1062.

[18] Ahmed KY, Aychiluhm SB, Thapa S, et al. Cardiometabolic outcomes among adults with abdominal obesity and normal body mass index[J]. JAMA Netw Open, 2025, 8(10): e2537942.

[19] Bai J, Zhang YF, He L, et al. Normal weight central obesity and its impact on type 2 diabetes mellitus [J]. Current Diabetes Reports, 2024, 25(1): 3.

[20] Xu K, Shen Y, Shi L, et al. Lipidomic perturbations of normal-weight adiposity phenotypes and their mediations on diet-adiposity associations[J]. Clinical Nutrition, 2024, 43(11): 20-30.

收稿日期：2025-12-10

（上接第 3090 页）

2025, 52(14): 2664-2669.(In Chinese)

[10] Castillo-Rozas G, Tu S, Luz PM, et al. Clinical outcomes and risk factors for immune recovery and all-cause mortality in Latin Americans living with HIV with virological success:a retrospective cohort study[J]. Int AIDS Soc, 2024, 27(3): e26214.

[11] Dessie ZG, Zewotir T, Mwambi H, et al. Modelling of viral load dynamics and CD4 cell count progression in an antiretroviral naive cohort: using a joint linear mixed and multistate markov model [J]. BMC Infectious Diseases, 2020, 20(1): 246.

[12] 何志晶，张素玉，王志中. 艾滋病患者抗艾滋病病毒治疗免疫学效果影响因素及其相关预防和干预策略的研究进展 [J]. 病毒学报，2025，41（4）：1331-1337.
He ZJ, Zhang SY, Wang ZZ. Research progress on the factors influencing the immunologic response to Anti-HIV therapy in AIDS patients and related prevention and intervention strategies [J]. Chinese Journal of Virology, 2025, 41(4): 1331-1337.(In Chinese)

[13] 张诗晨，余婷婷，李重熙，等. 243 例抗病毒治疗的艾滋病患者耐药情况和影响因素分析 [J]. 大理大学学报，2025，10（10）：66-71.
Zhang SC, Yu TT, Li CX, et al. Analysis of drug resistance and influencing factors in 243 AIDS patients treated with antiretroviral therapy [J]. Journal of Dali University, 2025, 10 (10): 66-71.(In Chinese)

[14] 苏国庆，黄治纲，高贤婷，等. 2005-2023 年兰州市艾滋病患者抗病毒治疗生存分析及其影响因素 [J]. 中华疾病控制杂志，2025，29（3）：353-360.
Su GQ, Huang ZG, Gao XT, et al. Survival analysis and influencing factors of AIDS patients treated with antiretroviral therapy in Lanzhou from 2005 to 2023[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2025, 29(3): 353-360.(In Chinese)

[15] 霍俊丽，安晓静，韩瑜，等. 个体心理干预对艾滋病病毒感染者抗病毒治疗的影响[J]. 现代预防医学，2023，50（2）：360-364.
Huo JL, An XJ, Han Y, et al. Effect of individual psychological intervention on antiretroviral therapy in people living with HIV [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(2): 360-364.(In Chinese)

收稿日期：2026-01-11