

基于 CHARLS 数据的中国人内脏脂肪指数与中国老年人糖尿病发病风险相关性分析

战博文¹, 杨宏光², 邓桂芳², 杨建军¹

1. 宁夏医科大学公共卫生学院, 宁夏 银川 750004; 2. 华中科技大学协和深圳医院临床营养科

摘要:目的 探讨中国人内脏脂肪指数(CVAI)与我国老年人口糖尿病发病之间的关系。方法 纳入参与 2011 年和 2015 年中国健康与养老追踪调查的 2 295 名 60 岁以上老年人作为研究对象,采用二元 logistic 回归法分析 CVAI 水平与老年人糖尿病发病之间的关系,同时采用限制性立方样条模型进行拟合检验其剂量反应关系;根据体质指数(BMI)将参与者分为不同的亚组进行分析。结果 2 295 名老年人四年随访期间有 333 人(14.50%)发生糖尿病。将 CVAI 以四分位数分为四组,组间基线 SBP、DBP、FBG、HBA1c、TG、TC、HDL-C、LDL-C、UA 以及性别、吸烟状况、饮酒状况、高血压病史和随访糖尿病发生情况差异均有统计学意义($P < 0.05$)。与 CVAI 最低 4 分位 Q1 组相比,最高 4 分位 Q4 组老年人群发生糖尿病的 OR(95% CI)为 1.96(1.37 ~ 2.83)。限制性立方样条模型拟合结果显示 CVAI 越高,老年人发生糖尿病风险越高。亚组分析结果显示,非超重肥胖组和超重肥胖组均显示 CVAI 与糖尿病发生独立相关。结论 CVAI 与老年人群发生糖尿病的风险呈正相关,老年人控制内脏脂肪有助于预防糖尿病的发生。

关键词:中国人内脏脂肪指数;糖尿病;老年人;纵向研究

中图分类号:R587.1 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2024)02-216-06

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202308314

Correlation analyses between Chinese visceral adipose index and the risk of diabetes mellitus in the elderly base on China Health and Retirement Longitudinal Study

ZHAN Bo-wen*, YANG Hong-guang, DENG Gui-fang, YANG Jian-jun

* School of Public Health, Ningxia Medical University, Yinchuan, Ningxia 750004, China

Abstract; Objective To explore the correlation between visceral fat index(CVAI) and the incidence of diabetes in Chinese elderly population. **Methods** The data were obtained from the China Health and Retirement Longitudinal Survey(CHARLS) 2011 and 2015 waves. A total of 2 295 elderly people aged ≥ 60 years were included. Binary logistic regression was used to analyze the correlation between CVAI and the incidence of diabetes. The restricted cubic spline(RCS) method was used to test the dose-response relationship. Subgroup analysis was performed according to BMI. **Results** 333(14.50%) of the 2295 elderly participants developed diabetes during the 4-year follow-up period. CVAI were divided by quartiles. There were statistically significant differences in baseline FBG, HBA1c, SBP, DBP, TG, TC, HDL-C, LDL-C, UA, gender, smoking status, drinking status, hypertension history and follow-up incident diabetes among groups($P < 0.05$). Compared with the group with lowest quartile of CVAI Q1, the OR(95% CI) in the group the highest quartile of CVAI Q4 was 1.96(1.37 - 2.83). The restricted cubic splines model results showed that the higher CVAI accompanied by higher risk of incident diabetes in the elderly. Subgroup analysis showed that CVAI was independently associated with incident diabetes in both non-overweight and overweight/obese groups. **Conclusion** There is a positive association between CVAI the risk of diabetes mellitus in the elderly population. The control of visceral fat in the elderly is helpful to prevent the occurrence of diabetes.

Keywords: Chinese visceral fat index; Diabetes mellitus; The elderly; Longitudinal study

糖尿病是一种以血糖浓度升高为特征的慢性代

谢性疾病。据统计,2021 年我国糖尿病患者人数达 1.4 亿,每年医疗支出超过 1 万亿人民币,是糖尿病第一大国^[1],其中老年人口是患病主流人群^[2]。根据国际糖尿病联盟数据显示,老年人群体患病率呈上升趋势^[3],我国老年人的糖尿病发病率约 30%,远高于普通成人水平,严重影响老年人的生活质量和生存质

基金项目:深圳市南山区卫生健康系统科技重大项目杰出青年基金(NSZD2023024);广东省营养膳食与健康重点实验室开放基金(2022-GLFNH-04)

作者简介:战博文(1998-),女,硕士在读,研究方向:营养与慢性病

通信作者:邓桂芳,E-mail:misyfly@163.com

量^[4]。肥胖是糖尿病的主要危险因素之一,尤其是内脏脂肪组织等异位组织过多可能导致功能失调性肥胖,并在胰岛素抵抗等代谢紊乱中产生不良影响^[5-6]。Xia 等人^[7]建立了符合亚洲人脂肪特点的中国人内脏脂肪指数 (Chinese visceral adipose index, CVAI) 作为评估内脏脂肪的新指标,得出其与中国人内脏脂肪面积和胰岛素抵抗稳态模型评估密切相关,并且在横断面研究中对于糖尿病的诊断效能高于 BMI 和 WC^[8]。当前国内对于 CVAI 与我国老年人糖尿病发病风险的相关研究大都是横断面研究^[9-10],但是纵向研究相对较少。本研究利用纵向研究探讨老年人群中 CVAI 与糖尿病发病风险之间的关系,旨在为老年人的糖尿病防控提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究选用了 2011 年和 2015 年中国健康与养老追踪调查 (CHARLS) 项目的调查数据,由研究者申请并获得许可使用。CHARLS 是一项针对中国 45 岁及以上的中老年人群纵向调查研究,通过多阶段抽样从全国 28 个省级行政单位、150 个县级单位、450 个村级单位随机选择年龄 ≥ 45 岁居民进行追踪随访。CHARLS 数据库涉及到中老年人群基本信息;健康状况和功能;医疗保健和保险;工作、退休和养老金;收入、支出与资产等方面的内容,是反映我国中老年健康状况方面的高质量微观数据^[11]。本研究调查对象纳入标准为:(1)同时参与 2011 年和 2015 年两次调查;(2)基线年龄 ≥ 60 岁;(3)血液检查和人口测量学指标完整。排除标准为:(1)基线时患有糖尿病;(2)血液检查和人口测量学指标结果异常或缺失;(3)合并癌症、精神异常等疾病。最终有 2 295 人纳入研究。

1.2 研究内容 研究主要包括问卷访谈、体格检查以及实验室检测。由训练有素的调查人员对以访谈的形式询问受访者的性别、年龄、吸烟和饮酒习惯等问题,;由专业人员测量受访者的身高、体重和腰围、血压等;由医务人员采集受访者禁食 12 小时的静脉血样本并检测空腹血糖 (Fasting Blood Glucose, FBG)、糖化血红蛋白 (Glycated Hemoglobin, HBA1c)、甘油三酯 (Triglyceride, TG)、总胆固醇 (Total Cholesterol, TC)、高密度脂蛋白 (High-Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白 (Low-Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)、尿酸 (Uric Acid, UA)、血尿素氮 (Blood Urea Nitrogen, BUN) 等指标水平。

1.3 相关定义和指标

1.3.1 糖尿病诊断 参考《中国 2 型糖尿病防治指

南》(2020 年版)^[12]空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L、糖耐量试验 2 h 血糖 ≥ 11.1 mmol/L 或糖化血红蛋白 $\geq 6.5\%$;既往诊断过糖尿病或正在接受降糖治疗者。

1.3.2 高血压诊断 参考《中国高血压防治指南》(2018 年修订版)^[13]平均收缩压 (Systolic Blood Pressure, SBP) ≥ 140 mmHg 和 (或) 平均舒张压 (Diastolic Blood Pressure, DBP) ≥ 90 mmHg 或正在服用降血压药物者为高血压。

1.3.3 指标 BMI 是指体重 (kg)/身高² (cm²) CVAI 的计算公式为

男性: $CVAI = -267.93 + 0.68 \times \text{年龄} + 0.3 \times \text{BMI} + 4.00 \times \text{腰围} + 22.00 \times \log_{10} \text{TG} - 16.32 \times \text{HDL} - C$;

女性: $CVAI = -187.32 + 1.71 \times \text{年龄} + 4.23 \times \text{BMI} + 1.12 \times \text{腰围} + 39.76 \times \log_{10} \text{TG} - 11.66 \times \text{HDL} - C$ ^[7]。

1.4 统计学分析 计数资料用频数和构成比 $n(\%)$ 描述,组间比较采用 χ^2 检验。计量资料服从正态分布的数据用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述,两组间比较采用 t 检验、两组以上采用单因素方差分析 (ANOVA);不服从正态分布的数据用中位数 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述,两组间比较采用 U 检验、两组以上采用 H 检验。采用二分类 logistic 回归方法评估 CVAI 与老年人糖尿病发病的关联性,构建了 3 个模型,模型 1 未调整任何变量,模型 2 调整了年龄和性别,模型 3 进一步调整了吸烟状况、饮酒状况、高血压史、SBP、DBP、FBG、HBA1c、TG、TC、HDL-C、LDL-C、UA、BUN;并通过限制性立方样条法 (Restricted cubic spline, RCS) 进行曲线拟合。此外,我们还根据研究对象的 BMI 进行了亚组分析。所有分析均采用 R 语言 (Version 4.2.1) 进行,双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 根据 CVAI 四分位数分组的基线特征本研究共纳入 2 295 名老年人,年龄中位数为 66.0 岁,男性 1 170 人 (51.00%),女性 1 125 人 (49.00%);四年随访期间发生糖尿病者 333 人 (14.50%)。CVAI 均数为 96.19,标准差为 43.66。CVAI 按四分位数分为 Q1 (≤ 43.659 63)、Q2 (43.659 63 ~ 91.959)、Q3 (91.959 ~ 126.659)、Q4 (≥ 126.659) 四组,随着 CVAI 四分位数的增加,SBP、DBP、FBG、HBA1c、TG、TC、LDL-C、UA 值升高,HDL-C 水平降低;性别、吸烟状况、饮酒状况、高血压病史在不同 CVAI 四分位数分组间也有差异,差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。此外,我们发现糖尿病的新发人数在 CVAI 水平最高的四分位数中显著增加 ($P < 0.001$),见表 1。

表 1 根据 CVAI 四分位数分组的基线特征

Table 1 Baseline characteristics of study subjects divided according to the quartile of CVAI

变量	总计(n=2 295)	Q1(n=573) (≤43. 659 63)	Q2(n=574) (43. 659 63 ~ 91. 959)	Q3(n=574) (91. 959 ~ 126. 659)	Q4(n=574) (≥126. 659)	P
年龄[岁,M(P ₂₅ , P ₇₅)]	66.0(62.0,70.0)	65.0(62.0,70.0)	66.0(62.0,71.0)	65.0(62.0,70.0)	66.0(62.2,70.8)	0.117
性别[n,(%)]						<0.001
男	1 170(51.00)	317(55.30)	333(58.00)	256(44.60)	264(46.00)	
女	1 125(49.00)	256(44.70)	241(42.00)	318(55.40)	310(54.00)	
吸烟史[n,(%)]						<0.001
无	990(43.10)	289(50.40)	271(47.20)	206(35.90)	224(39.00)	
有	1 305(56.90)	284(49.60)	303(52.80)	368(64.10)	350(61.00)	
饮酒史[n,(%)]						<0.001
无	1 546(67.40)	360(62.80)	368(64.10)	421(73.3)	397(69.20)	
有	749(32.60)	213(37.20)	206(35.90)	153(26.7)	177(30.80)	
高血压史[n,(%)]						<0.001
无	1 218(53.10)	387(67.50)	351(61.10)	274(47.70)	206(35.90)	
有	1 077(46.90)	186(32.50)	223(38.90)	300(52.30)	368(64.10)	
糖尿病[n,(%)]						<0.001
否	1 962(85.50)	517(90.20)	513(89.40)	482(84.00)	450(78.40)	
是	333(14.50)	56(9.80)	61(10.60)	92(16.00)	124(21.60)	
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.79 ± 3.63	19.56 ± 1.86	21.46 ± 2.37	23.52 ± 2.61	26.63 ± 3.05	<0.001
SBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	133.22 ± 22.22	127.37 ± 20.90	130.74 ± 22.69	135.54 ± 21.45	139.21 ± 21.98	<0.001
DBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	74.59 ± 11.74	71.95 ± 11.20	72.86 ± 11.84	75.64 ± 11.39	77.91 ± 11.59	<0.001
FBG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.62 ± 0.64	5.53 ± 0.62	5.57 ± 0.65	5.65 ± 0.66	5.72 ± 0.61	<0.001
HbA1c(% $\bar{x} \pm s$)	5.14 ± 0.39	5.12 ± 0.39	5.12 ± 0.37	5.11 ± 0.40	5.20 ± 0.39	<0.001
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.32 ± 0.76	0.98 ± 0.51	1.15 ± 0.56	1.41 ± 0.76	1.73 ± 0.92	<0.001
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.01 ± 1.00	4.90 ± 0.94	4.95 ± 1.00	5.05 ± 0.94	5.15 ± 1.08	<0.001
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.37 ± 0.40	1.61 ± 0.42	1.44 ± 0.37	1.29 ± 0.32	1.13 ± 0.29	<0.001
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	3.07 ± 0.90	2.89 ± 0.81	3.03 ± 0.89	3.13 ± 0.86	3.21 ± 1.02	<0.001
UA(mg/dL, $\bar{x} \pm s$)	4.53 ± 1.25	4.37 ± 1.25	4.38 ± 1.19	4.54 ± 1.20	4.83 ± 1.31	<0.001
BUN(mg/dL, $\bar{x} \pm s$)	16.20 ± 4.54	16.53 ± 4.76	16.36 ± 4.85	16.07 ± 4.3	15.85 ± 4.19	0.050

2.2 CVAI 与糖尿病的相关性 在未调整混杂因素的模型 1 中结果显示,高 CVAI 是老年人群发生糖尿病的危险因素。在调整了吸烟、饮酒、高血压史、SBP、DBP、FBG、HbA1c、TG、TC、HDL - C、LDL - C、UA、BUN 等所有混杂因素的模型 3 中,与 Q1 组相比,最

高的四分位数 Q4 组老年人群发生糖尿病的风险增加到 1.96 倍(OR = 1.96, 95% CI:1.37 ~ 2.83),见表 2。我们将 CVAI 作为连续型变量引入多因素 logistic 回归模型并进行 RCS 曲线拟合,结果显示 CVAI 与糖尿病的发生风险呈正相关,见图 1。

表 2 CVAI 与老年人糖尿病发病相关性分析

Table 2 Analysis of correlation between CVAI and the incidence of diabetes mellitus in the elderly

CVAI 四分位分组	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
CVAI	1.009(1.007 ~ 1.012)	<0.001	1.009(1.007 ~ 1.012)	<0.001	1.007(1.004 ~ 1.010)	<0.001
Q1	Reference		Reference		Reference	
Q2	1.10(0.75 ~ 1.61)	0.633	1.09(0.74 ~ 1.60)	0.652	1.06(0.72 ~ 1.56)	0.778
Q3	1.76(1.24 ~ 2.52)	0.002	1.72(1.21 ~ 2.47)	0.003	1.58(1.10 ~ 2.29)	0.015
Q4	2.54(1.82 ~ 3.60)	<0.001	2.49(1.78 ~ 3.52)	<0.001	1.96(1.37 ~ 2.83)	<0.001
P for trend	<0.001	<0.001	<0.001			

注:模型 1 未调整;模型 2 调整了年龄、性别;模型 3 在模型 2 的基础上调整了吸烟、饮酒、高血压史、SBP、DBP、FBG、HbA1c、TG、TC、HDL - C、LDL - C、UA、BUN。

2.3 亚组分析 在不同 BMI 水平下,CVAI 与糖尿病发生之间的关联结果与主要分析结果一致,即在非超重肥胖人群和超重肥胖人群中,CVAI 均与糖尿病发生显著相关。调整所有协变量后,非超重肥胖人群和

超重肥胖人群中,最高的四分位数 Q4 组与最低的四分位数 Q1 组相比,老年人群发生糖尿病的 OR (95% CI)分别为 1.69(1.08 ~ 2.66)和 2.67(1.47 ~ 4.99)。见表 3。

表 3 CVAI 与老年人糖尿病发病相关性亚组分析

Table 3 Subgroup analysis of the correlation between CVAI and the incidence of diabetes in the elderly

亚组	CVAI 四分位分组	模型 1		模型 2		模型 3	
		OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P
BMI < 24	Q1	Reference		Reference		Reference	
	Q2	1.28 (0.81 ~ 2.03)	0.291	1.28 (0.81 ~ 2.03)	0.297	1.26 (0.79 ~ 2.01)	0.328
	Q3	1.10 (0.68 ~ 1.76)	0.701	1.09 (0.68 ~ 1.75)	0.726	1.02 (0.63 ~ 1.65)	0.943
	Q4	1.94 (1.27 ~ 3.01)	0.002	1.95 (1.27 ~ 3.03)	0.003	1.69 (1.08 ~ 2.66)	0.022
	P for trend	<0.001		<0.001		<0.001	
BMI ≥ 24	Q1	Reference		Reference		Reference	
	Q2	1.98 (1.11 ~ 3.62)	0.023	1.91 (1.07 ~ 3.52)	0.032	1.93 (1.05 ~ 3.64)	0.037
	Q3	1.86 (1.03 ~ 3.41)	0.042	1.80 (0.99 ~ 3.33)	0.056	1.80 (0.97 ~ 3.42)	0.066
	Q4	3.36 (1.95 ~ 6.01)	<0.001	3.20 (1.83 ~ 5.77)	<0.001	2.67 (1.47 ~ 4.99)	0.002
	P for trend	<0.001		<0.001		<0.001	

注:模型 1 未调整;模型 2 调整了年龄、性别;模型 3 在模型 2 的基础上调整了吸烟、饮酒、高血压史、SBP、DBP、FBG、HBA1c、TG、TC、HDL-C、LDL-C、UA、BUN。

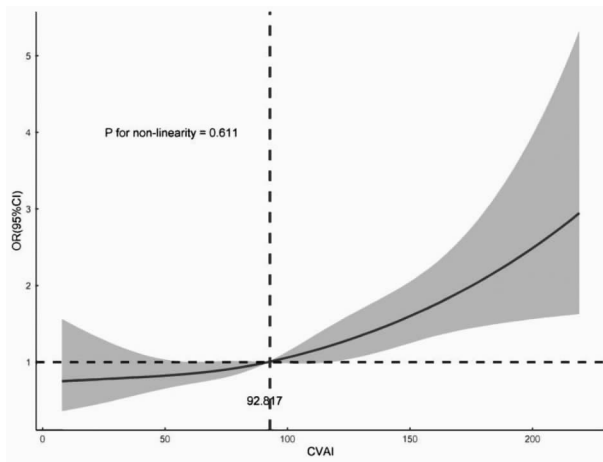


图 1 CVAI 与糖尿病发病的剂量 - 反应关系

Fig. 1 Dose - response relationship between CVAI and the occurrence of diabetes

3 讨论

本研究采用纵向研究评估了我国老年人群 CVAI 与糖尿病风险之间的关联性,结果显示 CVAI 与糖尿病发生风险正向相关,表明使用 CVAI 对老年人糖尿病风险进行预测具有可行性。

超重肥胖患者的糖尿病及糖尿病前期患病率远高于正常体重者^[14]。目前,评估肥胖的传统指标 BMI 和 WC 虽然简单实用,但存在一定的缺陷。BMI 主要针对一般性肥胖进行评估,而 WC 虽然可以评估腹部肥胖但不能区分外周脂肪和内脏脂肪^[15-16]。既往研究表明,异位脂肪过多是导致胰岛素抵抗等代谢紊乱的主要危险因素^[5]。目前鉴定脂肪分布的金标准是核磁共振和断层扫描,但这两种方法价格昂贵且操作困难,并会造成辐射损害^[17]。CVAI 是基于中国人身体特征开发的肥胖评价指标,主要由代谢综合症的指标 BMI、WC、血清甘油三酯和高密度脂蛋白胆固醇

组成,这些指标在临床实践中很容易获得,研究证明 CVAI 能够较好反映脂肪分布状况,而且已被证实与中国人肥胖、糖尿病和代谢综合征相关^[7]。此外,CVAI 比 BMI、WC 及内脏脂肪指数 (visceral adipose index, VAI) 具有更好的诊断效能^[18]。因此,本研究采用 CVAI 评估内脏肥胖状况与老年人糖尿病发病的相关性。本研究结果显示,有 14.5% 的老年人在 4 年随访期间发生糖尿病,高于上海长风队列 4.4 年随访的 9.9% 的发病率^[18]。这可能是由于本研究研究人群为老年人,长风队列的研究人群则为 ≥45 岁的成年人,而老年人相对于其他年龄人群有着更高的糖尿病患病风险^[19]。另一方面,本研究对糖尿病的确诊条件包括糖化血红蛋白水平,而长风队列研究中并未以糖化血红蛋白水平作为糖尿病的确诊依据。

多项横断面研究显示 CVAI 是糖尿病的危险因素。祝玲娟等^[20]的研究显示 CVAI 与江西高血压人群发生糖尿病的风险独立相关;吴金珊等^[21]对重庆社区健康体检人群调查也提示 CVAI 与糖尿病患病相关。在我们研究中,亚组分析的结果显示,在非超重肥胖的老年人群中,高 CVAI 仍然是糖尿病发病的危险因素。有证据表明,肥胖引起的包括糖尿病在内的各种生理异常主要取决于体脂的分布,而不是超重或肥胖,即便是在 BMI 正常的人群中,异位脂肪过多仍然会引起代谢紊乱^[5,22-23]。本研究也证实了过高的内脏脂肪含量是老年人患糖尿病的危险因素。RCS 对模型拟合的曲线结果显示,CVAI 越高则糖尿病的患病风险越高。祝玲娟等^[20]对江西高血压人群的调查研究发现,糖尿病患病率随着 CVAI 增大而升高。高 CVAI 水平导致糖尿病发生的一个可能机制是,功能失调的内脏脂肪组织本身可能会产生过多的炎症细胞因子和脂肪因子,例如 TNF- α 、IL-6、内脂素和抵抗素,从而导致胰岛素抵抗和糖尿病的发

生^[18,24-25]。其次,血液中 TG 水平过高会抑制肌肉中的胰岛素敏感性,影响其对葡萄糖的摄取和吸收^[26-27],进而导致胰岛中 TG 过载损伤胰岛 β 细胞分泌功能,促使糖尿病的发生^[26]。

本研究是通过纵向研究的方法研究我国老年人 CVAI 与糖尿病之间的关联性,其证据强度高于既往的横断面研究。但仍存在局限性,首先,本研究中对研究对象的糖尿病诊断尚缺乏了餐后血糖和口服葡萄糖耐量试验数据,可能会漏诊部分糖尿病患者,导致糖尿病检出率偏低;其次,研究对象来自参与 CHARLS 的老年人群,结论可能不适合推广到其他人群中。

综上所述,CVAI 与老年人发生糖尿病的风险呈正相关,CVAI 水平越高,老年人罹患糖尿病的风险越高,CVAI 可用于预测中国老年人患糖尿病的风险。这表明,控制肥胖,尤其是内脏肥胖,可以有效预防老年人患糖尿病,减少并发症的发生。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Global, 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] Sun H, Saeedi PY, Karuranga S, et al. IDF diabetes Atlas: global, regional and country - level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045 [J]. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2022, 183: 109119.
- [3] Sinclair A, Saeedi PY, Kaundal A, et al. Diabetes and global ageing among 65 - 99 - year - old adults: Findings from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition [J]. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2020, 162: 108078.
- [4] 《中国老年 2 型糖尿病防治临床指南》编写组. 中国老年 2 型糖尿病防治临床指南(2022 年版) [J]. *中国糖尿病杂志*, 2022, 30 (1): 2 - 51.
Compilation group of Clinical Guidelines for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes in the Elderly in China. *Clinical guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in the elderly in China (2022 edition)* [J]. *Chinese Journal of Diabetes*, 2022, 30(1): 2 - 51.
- [5] Neeland IJ, Ross R, Després JP, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement [J]. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 2019, 7(9): 715 - 725.
- [6] Després JP, Lemieux I, Bergeron J, et al. Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk [J]. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 2008, 28(6): 1039 - 1049.
- [7] Xia MF, Chen Y, Lin HD, et al. A indicator of visceral adipose dysfunction to evaluate metabolic health in adult Chinese [J]. *Scientific Reports*, 2016, 6: 38214.
- [8] Wei JX, Liu X, Xue H, et al. Comparisons of visceral adiposity

index, body shape index, body mass index and waist circumference and their associations with diabetes mellitus in adults [J]. *Nutrients*, 2019, 11(7): 1580.

- [9] 张书平, 张晓静, 汪志红, 等. 重庆某社区中国人内脏脂肪指数与 2 型糖尿病发病的相关性分析 [J]. *解放军医学杂志*, 2020, 45(7): 725 - 729.
Zhang SP, Zhang XJ, Wang ZH, et al. Correlation between the incidence of type 2 diabetes mellitus to Chinese visceral adiposity index in a community population of Chongqing City [J]. *Medical Journal of Chinese People's Liberation Army*, 2020, 45(7): 725 - 729.
- [10] 徐怿琳, 魏晨敏, 桑苗苗, 等. 中国中老年人群内脏脂肪指数与胰岛素抵抗和糖代谢的关系 [J]. *南京医科大学学报: 自然科学版*, 2018, 38(9): 1252 - 1258.
Xu YL, Wei CM, Sang MM, et al. Relationship between visceral adiposity index, insulin resistance and glucose metabolism in Chinese elderly population [J]. *Journal of Nanjing Medical University*, 2018, 38(9): 1252 - 1258.
- [11] Zhao YH, Hu YS, Smith JP, et al. Cohort profile: the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) [J]. *International Journal of Epidemiology*, 2014, 43(1): 61 - 68.
- [12] 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.
The Diabetes Society of the Chinese Medical Association. *Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition)* [J]. *Chinese Journal of Diabetes*, 2021, 13(4): 315 - 409.
- [13] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2018 年修订版) [J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24(1): 24 - 56.
Chinese Guidelines Revision Committee for the Prevention and Treatment of Hypertension, Hypertension Alliance (China), Cardiovascular Society of Chinese Medical Association, et al. *The management of hypertension (2018 Chinese guidelines)* [J]. *Chinese Journal of Cardiology*, 2019, 24(1): 24 - 56
- [14] Tchernof A, Després JP. Pathophysiology of human visceral obesity: an update [J]. *Physiological Reviews*, 2013, 93(1): 359 - 404.
- [15] Lam BCC, Koh GCH, Chen C, et al. Comparison of body mass index (BMI), body adiposity index (BAI), waist circumference (WC), Waist - To - Hip ratio (WHR) and Waist - To - Height ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore [J]. *PLOS One*, 2015, 10(4): e0122985.
- [16] Piché ME, Tchernof A, Després JP. Obesity phenotypes, diabetes, and cardiovascular diseases [J]. *Circulation Research*, 2020, 126(11): 1477 - 1500.
- [17] Graffy PM, Pickhardt PJ. Quantification of hepatic and visceral fat by CT and Mr imaging: relevance to the obesity epidemic, metabolic syndrome and NAFLD [J]. *British Journal of Radiology*, 2016, 89(1062): 20151024.
- [18] Xia MF, Lin HD, Chen LY, et al. Association of visceral adiposity and its longitudinal increase with the risk of diabetes in Chinese adults: A prospective cohort study [J]. *Diabetes - Metabolism: Research and Reviews*, 2018, 34(7): e3048.

- diabetes in women living with HIV in the UK and Ireland: insights from population - based surveillance data [J]. *Journal of the International AIDS Society*, 2023, 26(4): e26078.
- [14] Figueiredo ACMG, Gomes - Filho IS, Silva RB, et al. Maternal anemia and low birth weight: a systematic review and Meta - Analysis[J]. *Nutrients*, 2018, 10(5): 601.
- [15] Lockman S, Brummel SS, Ziembra L, et al. Efficacy and safety of dolutegravir with emtricitabine and tenofovir alafenamide fumarate or tenofovir disoproxil fumarate, and efavirenz, emtricitabine, and tenofovir disoproxil fumarate HIV antiretroviral therapy regimens started in pregnancy (IMPAACT 2010/VESTED): a multicentre, open - label, randomised, controlled, phase 3 trial [J]. *Lancet*, 2021, 397(10281): 1276 - 1292.
- [16] Quinn MK, Williams PL, Muhihi A, et al. Timing of antiretroviral therapy: initiation and birth outcomes among pregnant women with human immunodeficiency virus in Tanzania [J]. *Journal of Infectious Diseases*, 2022, 226(4): 687 - 695.
- [17] Theron G, Brummel S, Fairlie L, et al. Pregnancy outcomes of women conceiving on antiretroviral therapy (ART) compared to those commenced on ART during pregnancy [J]. *Clinical Infectious Diseases*, 2021, 73(2): e312 - e320.
- [18] Sexton H, Kumarendran M, Brandon Z, et al. Adverse perinatal outcomes associated with timing of initiation of antiretroviral therapy: Systematic review and meta - analysis [J]. *HIV Medicine*, 2023, 24(2): 111 - 129.
- [19] Shinar S, Agrawal S, Ryu M, et al. Perinatal outcomes in women living with HIV - 1 and receiving antiretroviral therapy—a systematic review and meta - analysis [J]. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 2022, 101(2): 168 - 182.
- [20] Dos reis HLB, Boldrini NAT, Rangel AFR, et al. Placental growth disorders and perinatal adverse outcomes in Brazilian HIV - infected pregnant women [J]. *PLOS One*, 2020, 15(4): e0231938.
- [21] Ikumi NM, Malaba TR, Pillay K, et al. Differential impact of antiretroviral therapy initiated before or during pregnancy on placenta pathology in HIV - positive women [J]. *AIDS*, 2021, 35(5): 717 - 726.
- [22] Msukwa MT, Keiser O, Jahn A, et al. Timing of combination antiretroviral therapy (cART) initiation is not associated with stillbirth among HIV - infected pregnant women in Malawi [J]. *Tropical Medicine & International Health*, 2019, 24(6): 727 - 735.
- [23] Onono M, Odwar T, Wahome S, et al. Behavioral interventions can mitigate adverse pregnancy outcomes among women conceiving on ART and those initiated on ART during pregnancy: findings from the MOTIVATE trial in southwestern Kenya [J]. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 2021, 86(1): 46 - 55.
- [24] Tshivuila - Matala COO, Honeyman S, Nesbitt C, et al. Adverse perinatal outcomes associated with antiretroviral therapy regimens: systematic review and network meta - analysis [J]. *AIDS*, 2020, 34(11): 1643 - 1656.
- [25] Saleska JL, Turner AN, Maierhofer C, et al. Use of antiretroviral therapy during pregnancy and adverse birth outcomes among women living with HIV - 1 in Low - and Middle - Income countries: a systematic review [J]. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 2018, 79(1): 1 - 9.
- [26] 中华人民共和国卫生健康委员会. 预防艾滋病、梅毒和乙肝母婴传播工作规范(2020年版) [J]. *中国实用乡村医生杂志*, 2021, 28(2): 10 - 11, 20. National Health Commission of the People's Republic of China. Code of practice for prevention of mother - to - child transmission of HIV, syphilis and hepatitis B (2020 edition) [J]. *Chinese Practical Journal of Rural Doctor*, 2021, 28(2): 10 - 11, 20.
- [27] Shava E, Moyo S, Zash R, et al. Brief report: high rates of adverse birth outcomes in HIV and syphilis coinfecting women in Botswana [J]. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 2019, 81(5): e135 - e140.
- [28] Choi H, Kim MH, Lee SJ, et al. Pregnancy rates and outcomes of HIV - Infected women in Korea [J]. *Journal of Korean Medical Science*, 2018, 33(47): e296.

收稿日期:2023-09-08

(上接第 220 页)

- [19] Li YZ, Teng D, Shi XG, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: National cross sectional study [J]. *BMJ (Clinical Research ed.)*, 2020, 369: m997.
- [20] 祝玲娟, 方旺生, 王涛, 等. 江西地区高血压人群的中国人内脏脂肪指数与糖尿病的相关性 [J]. *现代预防医学*, 2021, 48(14): 2640 - 2644. Zhu LJ, Fang WS, Wang T, et al. Association between Chinese visceral adiposity index and diabetes mellitus in hypertension patients in Jiangxi [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2021, 48(14): 2640 - 2644.
- [21] 吴金珊. 中国人内脏脂肪指数对 2 型糖尿病发病的预测价值研究 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2018. Wu JS. Predictive effect of Chinese visceral adiposity index for type 2 diabetes [D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2018.
- [22] Després JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome [J]. *Nature*, 2006, 444(7121): 881 - 887.
- [23] Chen J, Sun H, Qiu SH, et al. Lipid accumulation product combined with urine glucose excretion improves the efficiency of diabetes screening in Chinese adults [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2021, 12: 691849.
- [24] Chang YC, Chang TJ, Lee WJ, et al. The relationship of visfatin/pre - B - cell colony - enhancing factor/nicotinamide phosphoribosyltransferase in adipose tissue with inflammation, insulin resistance, and plasma lipids [J]. *Metabolism*, 2010, 59(1): 93 - 99.
- [25] Bulló - Bonet M, García - Llorda P, López - Soriano FJ, et al. Tumour necrosis factor, a key role in obesity? [J]. *FEBS Letters*, 1999, 451(3): 215 - 219.
- [26] Unger RH. Lipotoxicity in the pathogenesis of obesity - dependent NIDDM. Genetic and clinical implications [J]. *Diabetes*, 1995, 44(8): 863 - 870.
- [27] Park HM, Lee HS, Lee YJ, et al. The triglyceride - glucose index is a more powerful surrogate marker for predicting the prevalence and incidence of type 2 diabetes mellitus than the homeostatic model assessment of insulin resistance [J]. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2021, 180: 109042.

收稿日期:2023-08-21