

## 论 著

## 基于定量CT技术分析不同体质量指数水平老年人体脂含量和心功能的相关性\*

李维嘉<sup>1,2,3</sup> 孙永兵<sup>4</sup> 林新贝<sup>4</sup>  
 杜亚玮<sup>5</sup> 周 阳<sup>4</sup> 邹 智<sup>6</sup>  
 蔡丹灵<sup>7</sup> 王 勇<sup>8</sup> 李 涛<sup>9</sup>  
 李 昊<sup>9</sup> 郭智萍<sup>9</sup> 郝义彬<sup>8</sup>  
 刘 敏<sup>8</sup> 雷志勤<sup>8</sup> 李永丽<sup>10,\*</sup>

- 1.河南医药大学(河南新乡 453003)
- 2.河南省人民医院影像科
- 3.黄河水利委员会黄河中心医院磁共振科
- 4.郑州大学人民医院医学影像科
- 5.河南大学人民医院影像科
- 6.河南省人民医院医学影像科
- 7.黄河水利委员会黄河中心医院超声科
- 8.河南省人民医院全科医学科
- 9.阜外华中心血管病医院、河南省慢病健康管理重点实验室
- 10.河南省人民医院健康管理学科、河南省慢病健康管理重点实验室(河南 郑州 450003)

**【摘要】目的** 分析不同体质量指数(BMI)老年人群中基于定量CT(QCT)技术测量的脂肪含量与心脏功能的相关性。**方法** 选取2023年9月至2024年10月于河南省人民医院健康管理科行体检的老年人群为研究对象,按BMI分为肥胖组(n=61)、超重组(n=267)、正常体重组(n=247)、低体重组(n=12)。QCT测量内脏脂肪含量。通过彩色多普勒超声诊断仪检测心脏功能。收集血脂、血糖等代谢指标。分析内脏脂肪含量与心脏功能的相关性。**结果** 不同BMI老年人群心搏量(SV)、E峰、E/A值有差异(P<0.05)。随着BMI升高丙氨酸氨基转移酶(ALT)、血清尿酸(UA)、甘油三酯(TG)和空腹血糖逐渐升高,而高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)逐渐降低(P<0.05)。四组人群肝脏脂肪、总脂肪质量、总脂肪面积、总脂肪体积、内脏脂肪质量、内脏脂肪面积以及内脏脂肪体积均存在显著差异(P<0.05)。左心室射血分数(LVEF)、E峰、E/A、HDL-C、收缩压和舒张压与BMI、腰围、内脏脂肪面积等呈显著负相关(P<0.05),A峰则呈正相关(P<0.05)。**结论** 不同BMI水平老年人体脂含量和部分心功能指标存在差异,体脂含量均随着BMI升高逐渐增加,心功能随着BMI升高呈下降趋势;老年人群脂肪含量与心脏功能指标之间存在显著的相关性。

**【关键词】** 体质量指数; 定量CT; 老年人; 脂肪含量; 心脏功能; 相关性

**【中图分类号】** R541.4; R589

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 河南省重大科技专项资助

(241100310300);

河南省科技攻关计划项目资助

(222102310283, 251111312800,

251111312900, 252102310050);

河南省医学科技攻关计划项目

(LHGJ20240050);

中原科技创新领军人才项目

(244200510016);

河南省医学科技计划项目资助

(SBGJ202302011,

SBGJ202401001, SBGJ202402100)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.020

## Analysis of the Correlation between Body Fat Content and Cardiac Function in the Elderly Based on Quantitative CT (QCT) Technology\*

LI Wei-jia<sup>1,2,3</sup>, SUN Yong-bing<sup>4</sup>, LIN Xin-bei<sup>4</sup>, DU Ya-wei<sup>5</sup>, ZHOU Yang<sup>4</sup>, ZOU Zhi<sup>6</sup>, CAI Dan-ling<sup>7</sup>, WANG Yong<sup>8</sup>, LI Tao<sup>9</sup>, LI Hao<sup>9</sup>, GUO Zhi-ping<sup>9</sup>, HAO Yi-bin<sup>8</sup>, LIU Min<sup>8</sup>, LEI Zhi-qin<sup>8</sup>, LI Yong-li<sup>10,\*</sup>.

1.Henan Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

2.Department of Radiology, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

3.Department of Magnetic Resonance, Yellow River Central Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

4.Department of Medical Imaging, Zhengzhou University People's Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

5.Department of Medical Imaging, Henan University People's Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

6.Department of Medical Imaging, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

7.Department of Ultrasound, Yellow River Central Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

8.Department of General Medicine, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

9.Fuwai Central China Cardiovascular Hospital, Henan Key Laboratory of Chronic Disease Health Management, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

10.Department of Health Management, Henan Provincial People's Hospital, Henan Key Laboratory of Chronic Disease Health Management, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the correlation between fat content measured by quantitative CT (QCT) technique and cardiac function in elderly populations with different Body Mass Index (BMI).

**Methods** The subjects were individuals who underwent health examinations at the Henan Provincial People's Hospital from September 2023 to October 2024, and were divided into obese group (n=61), overweight group (n=267), normal weight group (n=247), and underweight group (n=12) according to body mass index (BMI). QCT was used to measure visceral fat content. Cardiac function was assessed using a color Doppler ultrasound diagnostic device. Metabolic indicators such as blood lipids and blood sugar were collected. The relationship between visceral fat content and cardiac function was analyzed using Pearson correlation analysis. **Results** There were differences in SV, E peak, and E/A ratio among individuals with different BMI (P<0.05). As BMI increased, ALT, UA, TG, and fasting blood sugar gradually increased, while HDL-C gradually decreased (P<0.05). There were significant differences in liver fat, total fat mass, total fat area, total fat volume, visceral fat mass, visceral fat area, and visceral fat volume among the four groups (P<0.05), with fat content increasing as BMI increased. LVEF, E peak, E/A, HDL-C, systolic blood pressure, and diastolic blood pressure were significantly negatively correlated with BMI, waist circumference, and visceral fat area (P<0.05), while A peak was positively correlated (P<0.05). **Conclusion** There is a significant correlation between fat content and cardiac function indicators in the elderly population.

**Keywords:** Body Mass Index (BMI); Quantitative Computed Tomography (QCT); The Elderly Population; Fat Content; Cardiac Function; Relevance

近年来心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)已成为全球疾病负担<sup>[1]</sup>。研究报道自1990至2019年间,中国CVD的发病率、患病率及死亡率分别增长了93.75%、99.75%、57.39%<sup>[2]</sup>。肥胖及其相关并发症已经被认为与心血管疾病的死亡率及发生率有关<sup>[3]</sup>。体重指数(body mass index, BMI)和腰围已被广泛用于评估肥胖程度,可以预测心血管疾病的发生<sup>[4]</sup>。近期报道指出, BMI并不是一个预测心血管疾病的可靠指标<sup>[5]</sup>。相比BMI及腰围,更多的研究则认为,皮下脂肪组织(subcutaneous adipose tissue, SAT)以及内脏脂肪组织(visceral adipose tissue, VAT)与心血管事件的相关性可能更大<sup>[6]</sup>。国际糖尿病联盟推荐采用CT及MRI定量测定SAT及VAT,作为评价腹型肥胖的精确参数<sup>[7]</sup>。QCT是一种基于临床CT扫描图像进行骨密度和体成分的精准测量技术,可以精准测量腹部脂肪面积以评价肥胖,以及准确测量四肢肌肉脂肪面积等。然而,近年来有关腹部或皮下脂肪组织的流行病学研究较少。基于此,本研究将基于QCT技术评估老年人内脏脂肪含量与心脏功能的相关性,旨在提供更精确的腹型肥胖评估方法,以预防和降低CVD风险。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 本研究为横断面研究,选取2023年9月至2024年10月在河南省人民医院健康管理科体检人群为研究对象(575例),按BMI分为肥胖组61例、超重组267例、正常

**【第一作者】** 李维嘉,女,医师,主要研究方向:影像医学与核医学。E-mail: ff14ymzk@163.com

**【通讯作者】** 李永丽,女,主任医师,主要研究方向:影像医学与核医学。E-mail: shyliyongli@126.com

体重组247例、低体重组12例。本研究经阜外华中心血管病医院伦理委员会批准通过[伦理批准号：(2023)伦审第(41)号]。

纳入标准：(1)年龄≥50岁；(2)接受低剂量胸部CT扫描检查且扫描范围下界包含第2腰椎椎体的健康体检者；(3)接受心脏彩超及实验室指标检查，心脏彩超需按照质控标准做相关指标测量；(4)有独立行事能力，自愿入组，签署知情同意书。排除标准：(1)上腹部扫描范围有金属植入物的患者；(2)近3个月使用影响血糖或心肌收缩力的药物；(3)妊娠期或哺乳期妇女；(4)检查资料不全患者。

分组标准：根据中国人肥胖BMI界值<sup>[8]</sup>：将BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>纳入低体重组(LW组)，18.5 kg/m<sup>2</sup>≤BMI<24.0 kg/m<sup>2</sup>纳入正常体重组(NW组)，24.0 kg/m<sup>2</sup>≤BMI<28.0 kg/m<sup>2</sup>纳入超重组(OW组)，BMI≥28.0 kg/m<sup>2</sup>纳入肥胖组(OB组)。

**1.2 研究方法**

**1.2.1 CT扫描方法** 采用LightspeedVCT64排CT扫描机(General Electric公司, 美国)，按常规低剂量胸部CT扫描规范，扫描范围下界包含第3腰椎椎体下缘。扫描参数：管电压设置为120 kV，管电流100 mA，

扫描视野500 mm×500 mm，层厚5 mm，螺距0.984。

**1.2.2 QCT指标测量方法** 将CT图像按照标准算法重建后传输到QCTPro图像分析工作站(Mindways公司, 美国)，通过QCTProVersion6.1软件进行各指标测量。腹部脂肪面积：应用“Tissue Composition”模块选用L2椎体中心层面进行测量。采用蓝色阈值半自动分割，将腹部组织分割为皮下脂肪、内脏脂肪等区域，系统半自动勾画腹部感兴趣区面积，获得内脏脂肪面积和皮下脂肪面积。肝脏脂肪含量：采用“Measure Liver Fat”模块测量研究对象的肝脏脂肪含量。在肝门静脉层面，取右前叶、右后叶以及左叶中心区域的感兴趣区进行测量，以三者均值作为最终测量结果。

**1.3 统计学方法** 采用SPSS 27.0分析数据，正态分布的定量资料采用(x±s)表示，两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素方差分析；不符合正态分布的连续变量用M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)表示，多组间采用Kruskal-Wallis H检验。计数资料用率表示，组间比较采用卡方检验。采用Pearson相关性分析内脏脂肪与心脏功能的相关性。P<0.05为差异有统计学意义。

**表1 不同BMI人群一般资料比较**

项目	LW组(n=12)	NW组(n=247)	OW组(n=267)	OB组(n=61)	χ <sup>2</sup> /F/H	P
年龄(岁)	68.08±4.40	67.40±5.40	66.57±4.93	66.70±5.16	1.356	0.255
性别					32.013	<0.001
男	3(25.00)	147(59.51)	209(78.28)	38(62.30)		
女	9(75.00)	100(40.49)	58(21.72)	23(37.70)		
收缩压(mmHg)	124.67±13.71	127.13±11.16	131.19±13.66	134.62±13.48	11.608	<0.001
舒张压(mmHg)	74.17±10.43	77.80±8.22	79.57±8.64	80.05±7.81	3.558	0.014
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	17.55±1.35	22.10±1.39	25.67±1.10	29.81±2.35	886.396	<0.001
腰围(cm)	76.33±5.50	84.64±7.461	88.42±8.55	90.30±9.82	18.947	<0.001
是否吸烟					13.574	0.027
是	1(8.33)	38(15.38)	44(16.48)	14(22.95)		
已戒烟	1(8.33)	20(8.10)	47(17.60)	7(11.48)		
从不吸烟	10(83.33)	189(76.52)	176(65.92)	40(65.57)		
是否患有心脏病					2.570	0.414
无	10(83.33)	230(93.12)	247(92.51)	55(90.16)		
有	2(16.67)	17(6.88)	20(7.49)	6(9.84)		
心功能NYHA分级					5.804	0.478
I级	11(91.67)	231(93.52)	252(94.38)	54(88.52)		
II级	1(8.33)	15(6.07)	14(5.24)	7(11.48)		
III级	0(0.00)	1(0.40)	1(0.37)	0(0.00)		
高血压					22.079	<0.001
无	10(83.33)	194(78.54)	169(63.30)	33(54.10)		
有	2(16.67)	53(21.46)	98(36.70)	28(45.90)		
糖尿病					0.461	0.934
无	11(91.67)	214(86.64)	228(85.39)	54(88.52)		
有	1(8.33)	33(13.36)	39(14.61)	7(11.48)		
血脂异常					1.450	0.694
无	11(91.67)	224(90.69)	244(91.39)	55(90.16)		
有	1(8.33)	23(9.31)	23(8.61)	6(9.84)		
冠心病					1.129	0.746
无	11(91.67)	234(94.74)	249(93.26)	57(93.44)		
有	1(8.33)	13(5.26)	18(6.74)	4(6.56)		
心律失常					5.992	0.087
无	11(91.67)	245(99.19)	266(99.63)	61(100.00)		
有	1(8.33)	2(0.81)	1(0.37)	0(0.00)		
心脏瓣膜病					4.030	0.545
无	12(100.00)	246(99.60)	267(100.00)	61(100.00)		
有	0(0.00)	1(0.40)	0(0.00)	0(0.00)		
家族心脏病史					9.012	0.022
无	11(91.67)	237(95.95)	263(98.50)	56(91.80)		
有	1(8.33)	10(4.05)	4(1.50)	5(8.20)		
有害物质职业接触史					6.827	0.124
无	12(100.00)	247(100.00)	267(100.00)	60(98.36)		
有	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(1.64)		

**2 结果**

**2.1 四组患者一般资料比较** 四组人群性别、收缩压、舒张压、BMI、腰围、高血压及家族心脏病史差异有统计学意义(P<0.05, 表1)。

**2.2 四组人群心脏功能比较** 比较四组人群心脏功能，不同BMI人群SV、E、E/A差异有统计学意义(P<0.05, 表2, 图1)。

**2.3 四组人群实验室指标比较** 四组人群ALT、UA、TG、HDL-C和空腹血糖比较差异有统计学意义(P<0.05, 表3)。

**2.4 四组人群脂肪含量比较** 四组人群肝脏脂肪、总脂肪质量、总脂肪面积、总脂肪体积、内脏脂肪质量、内脏脂肪面积以及内脏脂肪体积差异均有统计学意义(P<0.05, 表4, 图2)。

**2.5 脂肪含量与心功能相关性分析** LVEF、E、E/A、HDL-C、收缩压和舒张压与BMI、腰围、内脏脂肪面积等呈显著负相关(P<0.05)，A峰则呈正相关(P<0.05, 表5)。

**表2 不同BMI人群心脏功能指标比较**

项目	LW组(n=12)	NW组(n=247)	OW组(n=267)	OB组(n=61)	F	P
LVEF(%)	68.25±7.38	66.79±5.34	65.96±6.20	65.20±4.86	2.128	0.096
SV(mL)	50.50±9.76	62.43±14.13 <sup>a</sup>	65.58±14.36 <sup>a,b</sup>	64.75±15.10 <sup>a</sup>	5.698	<0.001
E(m/s)	72.33±12.61	64.51±17.60 <sup>a</sup>	61.45±15.57 <sup>a</sup>	67.34±24.06 <sup>a,c</sup>	3.515	0.015
A(m/s)	69.58±16.75	77.98±16.30 <sup>a</sup>	79.69±17.73 <sup>a</sup>	82.59±19.13 <sup>a</sup>	2.493	0.059
E/A	1.12±0.42	0.85±0.28 <sup>a</sup>	0.82±0.40 <sup>a</sup>	0.83±0.28 <sup>a</sup>	3.217	0.022
e'(cm/s)	8.50±1.88	8.12±5.07	7.89±4.65	7.31±2.05	0.572	0.633
E/e'	8.70±1.66	8.74±4.05	8.39±3.10	9.04±3.83	0.737	0.530

注: a表示与LW组比较P<0.05, b表示与NW组比较P<0.05, c表示与OW组比较P<0.05。

**表3 不同BMI人群代谢指标比较**

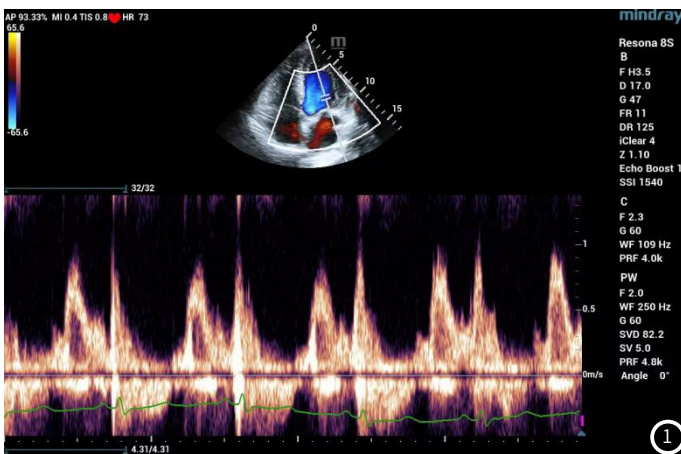
项目	LW组(n=12)	NW组(n=247)	OW组(n=267)	OB组(n=61)	F	P
ALT (U/L)	12.70±3.18	21.19±11.72 <sup>a</sup>	23.86±12.80 <sup>a,b</sup>	25.00±11.47 <sup>a,b</sup>	5.564	<0.001
AST (U/L)	19.83±3.43	22.85±8.12	23.05±9.03	22.46±6.34	0.618	0.603
BUN (mmol/L)	5.02±1.31	5.30±1.71	5.30±1.46	5.10±1.58	0.394	0.758
Gr (μmol/L)	67.68±10.40	75.09±27.33	75.81±15.00	72.55±16.33	0.886	0.448
UA (μmol/L)	286.53±55.75	314.57±89.18	345.64±83.12 <sup>a,b</sup>	351.57±81.43 <sup>a,b</sup>	7.948	<0.001
TC (mmol/L)	4.98±1.11	4.72±1.02	4.53±0.98	4.67±1.02	2.092	0.100
TG (mmol/L)	1.08±0.49	1.51±0.87	1.73±1.01 <sup>b</sup>	1.98±1.58 <sup>b</sup>	5.557	<0.001
HDL-C (mmol/L)	1.57±0.27	1.31±0.29 <sup>a</sup>	1.16±0.24 <sup>a,b</sup>	1.17±0.24 <sup>a,b</sup>	21.115	<0.001
LDL-C (mmol/L)	2.51±0.95	2.50±0.78	2.49±0.79	2.60±0.80	0.312	0.817
空腹血糖 (mmol/L)	4.89±0.43	5.72±1.44 <sup>a</sup>	5.87±1.35 <sup>a</sup>	6.05±1.38 <sup>a</sup>	2.928	0.033

注: a表示与LW组比较P<0.05, b表示与NW组比较P<0.05, c表示与OW组比较P<0.05。

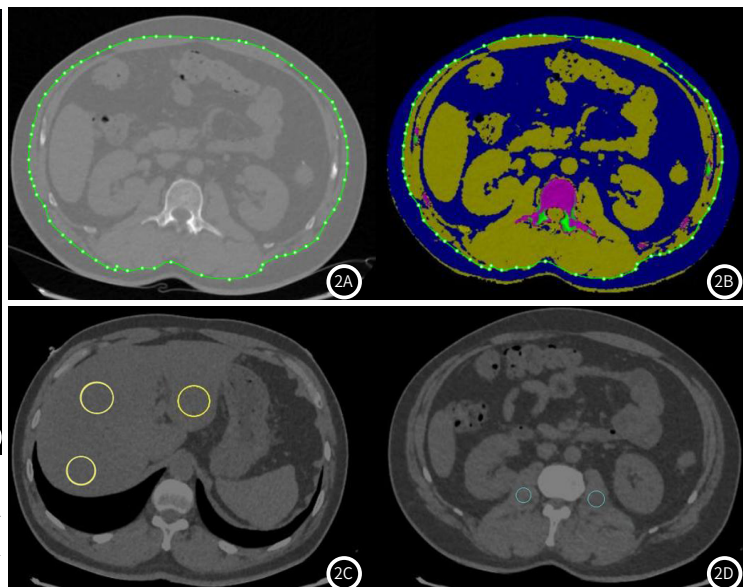
**表4 不同BMI人群脂肪含量对比**

项目	LW组(n=12)	NW组(n=247)	OW组(n=267)	OB组(n=61)	F	P
肝脏脂肪	11.73±3.89	12.47±3.89	14.28±4.58 <sup>a,b</sup>	15.35±5.58 <sup>a,b</sup>	11.456	<0.001
肌肉脂肪	12.31±4.82	13.02±6.06	12.09±5.08	12.12±5.45	1.301	0.273
总脂肪质量	11.79±7.48	23.38±8.58 <sup>a</sup>	31.36±7.59 <sup>a,b</sup>	40.71±10.55 <sup>a,b,c</sup>	100.619	<0.001
总脂肪面积	122.57±73.95	245.25±79.06 <sup>a</sup>	333.38±77.44 <sup>a,b</sup>	422.89±89.92 <sup>a,b,c</sup>	123.426	<0.001
总脂肪体积	12.77±8.10	25.34±9.29 <sup>a</sup>	33.97±8.22 <sup>a,b</sup>	44.10±11.43 <sup>a,b,c</sup>	100.619	<0.001
内脏脂肪质量	6.78±4.50	14.60±6.82 <sup>a</sup>	20.69±6.58 <sup>a,b</sup>	25.09±7.93 <sup>a,b,c</sup>	67.235	<0.001
内脏脂肪面积	70.51±45.20	152.79±62.79 <sup>a</sup>	219.80±67.75 <sup>a,b</sup>	260.95±74.65 <sup>a,b,c</sup>	80.301	<0.001
内脏脂肪体积	7.34±4.88	15.81±7.38 <sup>a</sup>	22.42±7.13 <sup>a,b</sup>	27.19±8.59 <sup>a,b,c</sup>	67.235	<0.001

注: a表示与LW组比较P<0.05, b表示与NW组比较P<0.05, c表示与OW组比较P<0.05。



**图1** 心脏超声于四腔心切面彩色多普勒血流条件下测量舒张期E峰及A峰峰值速度。



**图2** QCT肥胖相关指标测量示意图。2A感兴趣区描画; 2B腹部脂肪面积; 2C肝脏脂肪含量; 2D肌肉脂肪含量。

**表5 BMI、腰围以及内脏脂肪含量与心功能的相关性分析**

	BMI	腰围	肝脏脂肪	内脏脂肪面积	总脂肪质量	总脂肪面积	内脏脂肪/总脂肪质量
LVEF	-0.104 (-0.183,-0.023)*	-0.117 (-0.196,-0.036)*	0.031 (-0.051,0.112)	-0.088 (-0.168,-0.007)*	-0.064 (-0.144,0.017)	-0.067 (-0.147,-0.014)	-0.077 (-0.157,0.004)
E	-0.033 (-0.114,0.048)	-0.097 (-0.177,-0.017)*	0.006 (-0.075,0.088)	-0.112 (-0.192,-0.030)*	-0.040 (-0.120,0.041)	-0.067 (-0.147,-0.014)	-0.154 (-0.232,-0.073)*

A	0.086 (0.005,0.166)*	0.097 (0.016,0.177)*	0.092 (0.010,0.173)*	0.106 (0.024,0.186)*	0.164 (0.084,0.242)*	0.160 (0.080,0.238)*	-0.020 (-0.101,0.061)
E/A	-0.061 (-0.142,0.020)	-0.147 (-0.225,-0.067)*	-0.043 (-0.124,0.039)	-0.119 (-0.198,-0.037)*	-0.119 (-0.198,-0.038)*	-0.131 (-0.210,-0.051)*	-0.084 (-0.164,-0.003)*
e'	-0.015 (-0.096,0.066)	-0.074 (-0.154,0.007)	-0.037 (-0.118,0.045)	-0.122 (-0.202,-0.401)*	-0.066 (-0.146,0.015)	-0.081 (-0.161,0.000)	-0.163 (-0.240,-0.083)*
平均E/e'	-0.006 (-0.087,0.075)	0.057 (-0.024,0.137)	0.011 (-0.070,0.093)	0.045 (-0.037,0.126)	0.041 (-0.040,0.122)	0.039 (-0.042,0.119)	0.031 (-0.050,0.112)
HDL-C	-0.287 (-0.360,-0.211)*	-0.193 (-0.270,-0.114)*	-0.175 (-0.253,-0.094)*	-0.347 (-0.417,-0.273)*	-0.275 (-0.348,-0.198)*	-0.289 (-0.361,-0.213)*	-0.319 (-0.390,-0.245)*
LDL-C	0.012 (-0.069,0.093)	-0.037 (-0.117,0.044)	-0.002 (-0.084,0.079)	-0.023 (-0.104,0.059)	0.019 (-0.162,0.099)	0.030 (-0.051,0.111)	-0.073 (-0.153,0.008)
收缩压	0.178 (0.098,0.255)*	0.147 (0.066,0.225)*	0.065 (-0.017,0.146)	0.184 (0.104,0.262)*	0.179 (0.099,0.256)*	0.177 (0.098,0.254)*	0.129 (0.049,0.208)*
舒张压	0.111 (0.031,0.191)*	0.163 (0.084,0.241)*	0.075 (-0.006,0.156)	0.166 (0.086,0.245)*	0.144 (0.064,0.223)*	0.138 (0.058,0.217)*	0.133 (0.052,0.211)*

注: \*表示差异有统计学意义,  $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

肥胖问题和心血管疾病已成为公共卫生的主要负担<sup>[9-11]</sup>。不仅可直接诱发心血管疾病、升高住院率与死亡风险,其引发的慢性炎症等病理生理改变亦可能是心血管疾病的潜在诱因<sup>[12]</sup>。因此,在医疗层面加强疾病管理和干预策略至关重要。胸部低剂量CT联合QCT技术可在不增加辐射剂量的前提下,同步获取内脏脂肪、肝脏脂肪等数据。本研究发现随BMI升高,研究对象内脏脂肪、肝脏脂肪及总脂肪含量显著升高( $P < 0.05$ ),与既往BMI与内脏脂肪显著正相关的研究结论一致<sup>[13]</sup>。此外,正常体重人群QCT测量内脏脂肪面积与脂肪肝的相关性研究亦表明,二者关系密切<sup>[14]</sup>。本研究中,随BMI升高,ALT、UA、TG和空腹血糖逐渐升高,而HDL-C逐渐降低。这与先前研究指出低HDL-C水平与冠心病和糖尿病的发病风险呈负相关的结果相吻合<sup>[15]</sup>;也印证了腹内脂肪增加与心血管代谢指标(除HDL-C外)上升的关联<sup>[16-17]</sup>,进一步证实BMI与代谢指标密切相关。

腰围增加与心脏代谢疾病、心血管疾病风险密切相关<sup>[18]</sup>。BMI每升高4 kg/m<sup>2</sup>,发生缺血性心脏病的风险将增大52%<sup>[19]</sup>;肥胖还可通过增加心脏负担诱发心壁增厚、心腔扩大,最终可能导致心功能下降<sup>[20]</sup>,这与本研究BMI越高收缩压、舒张压越高的结果一致。同时,肥胖可能通过增加心脏的代谢需求和改变心脏的代谢途径,进而影响心脏的功能。本研究亦发现,腰围、BMI与心脏功能相关:LVEF、E、E/A、HDL-C、收缩压及舒张压与二者呈负相关( $P < 0.05$ ),A峰呈正相关( $P > 0.05$ ),证实腰围和BMI不仅与心脏结构和功能的不良改变有关,而且与心血管疾病的风险增加密切相关。

VAT与心血管功能密切相关,其不仅是冠状动脉钙化进展的独立预测因子<sup>[21]</sup>,且VAT的增加与冠心病风险的显著增加有关<sup>[22]</sup>,VAT/SAT比例升高还与心源性死亡相关<sup>[23]</sup>。本研究表明LVEF、E峰、E/A、HDL-C、收缩压和舒张压与BMI、腰围、内脏脂肪面积等指标呈负相关( $P < 0.05$ ),而A峰则与之呈正相关( $P > 0.05$ ),强调内脏脂肪面积、总脂肪质量对心脏功能的重要影响。因未直接测量皮下脂肪,本研究分析内脏脂肪/总脂肪质量比值,结果显示其与心脏功能指标的相关性与其他脂肪含量指标一致。此外,本研究发现BMI与心脏功能指标(尤其收缩压、舒张压)显著正相关。因此,在临床实践中,建议综合考虑BMI和脂肪含量,以更全面地评估患者的心脏健康状况。

综上,本研究利用QCT技术探讨不同BMI水平老年人群内脏脂肪分布,发现老年人体脂含量与心功能存在差异,且内脏脂肪含量与心脏功能显著相关,强调老年体检人群控制腹型肥胖对预防心血管疾病的临床指导价值。但本研究为单中心设计,且未能控制混杂因素,限制因果推断能力。未来研究应扩大样本量、涵盖更广泛人群,并采用纵向研究设计,进一步验证深化研究发现。

### 参考文献

- [1] BRITO D, ALBRECHT F C, DE ARENAZA D P, et al. World Heart Federation Consensus on Transthyretin Amyloidosis Cardiomyopathy (ATTR-CM) [J]. *Glob Heart*, 2023, 18 (1): 59.
- [2] 杨继, 张焱, 马腾, 等. 1990-2019年中国心血管疾病流行现状、疾病负担及发病预测分析[J]. *中国全科医学*, 2024, 27 (2): 233-44, 52.
- [3] KOSKINAS K C, VAN CRAENENBROECK E M, ANTONIADES C, et al. Obesity and cardiovascular disease: an ESC clinical consensus statement [J]. *Eur Heart J*, 2024, 45 (38): 4063-98.
- [4] JANSEN M A, UITERWAAL C S, VISSEREN F L, et al. Abdominal fat and blood pressure in healthy young children [J]. *J Hypertens*, 2016, 34 (9): 1796-803.
- [5] FIGUEROA A L, TAKX R A, MACNABB M H, et al. Relationship Between Measures of Adiposity, Arterial Inflammation, and Subsequent Cardiovascular Events [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2016, 9 (4): e004043.
- [6] 张承铎, 赵威, 高炜. 内脏脂肪和皮下脂肪与心血管疾病相关性的研究进展 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2018, 12 (1): 75-9.
- [7] ALBERTI K G, ZIMMET P, SHAW J. Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation [J]. *Diabet Med*, 2006, 23 (5): 469-80.
- [8] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会, 中国营养学会临床营养分会, 中华医学会糖尿病学分会, 等. 中国超重/肥胖医学营养治疗指南(2021) [J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2021, 13 (11): 1-55.
- [9] 北京高血压防治协会, 北京糖尿病防治协会, 北京慢性病防治与健康教育研究会, 等. 基层心血管病综合管理实践指南2020 [J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2020, 12 (8): 前插1, -73.
- [10] 吴瑞卿, 赵小勇, 程雪燕. 腹腔镜减重手术联合个体化营养管理对伴肥胖的T2DM代谢、营养状态及生活质量的影响 [J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32 (6): 151-4.
- [11] 余璐璐, 牛改红, 万紫娟, 等. 人体成分分析指标与2型糖尿病血糖水平的相关性分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32 (2): 161-2.
- [12] LOVREN F, TEOH H, VERMA S. Obesity and atherosclerosis: mechanistic insights [J]. *Can J Cardiol*, 2015, 31 (2): 177-83.
- [13] 梁翌, 朱恩文, 洪圣光, 等. 基于BMI的人体内脏脂肪影响因素的回归分析 [J]. *统计学与应用*, 2023, 12 (5).
- [14] 乔琦, 周阳, 孙永兵, et al. 正常体重人群中基于定量CT技术测量内脏脂肪面积与脂肪肝的相关性 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2024, 18 (2): 120-6.
- [15] LIU C, DHINDSA D, ALMUWAQQAT Z, et al. Association Between High-Density Lipoprotein Cholesterol Levels and Adverse Cardiovascular Outcomes in High-risk Populations [J]. *JAMA Cardiol*, 2022, 7 (7): 672-80.
- [16] 张苗苗, 潘少立, 吕维富. 基于QCT的腹部脂肪与心血管代谢指标的相关性研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20 (11): 101-3.
- [17] 董刺勇, 查晓娟, 冉利梅, 等. 定量CT测量的腹部内脏脂肪与心血管代谢风险的相关性 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2021, 15 (5): 425-31.
- [18] FANG H, XIE F, LI K, et al. Association between weight-adjusted-waist index and risk of cardiovascular diseases in United States adults: a cross-sectional study [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2023, 23 (1): 435.
- [19] NORDESTGAARD B G, PALMER T M, BENN M, et al. The effect of elevated body mass index on ischemic heart disease risk: causal estimates from a Mendelian randomisation approach [J]. *PLoS Med*, 2012, 9 (5): e1001212.
- [20] 徐祖杰, 吕彬彬, 秦英, 等. 运动干预肥胖性心脏病及其机制研究进展 [J]. *生命科学*, 2021, 33 (6): 718-25.
- [21] ANTONIO-VILLA N E, JUÁREZ-ROJAS J G, POSADAS-SÁNCHEZ R, et al. Visceral adipose tissue is an independent predictor and mediator of the progression of coronary calcification: a prospective sub-analysis of the GEA study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22 (1): 81.
- [22] YI D, TANG X, XING Z. Visceral and subcutaneous adiposity and cardiovascular disease: Unravelling associations and prognostic value [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2024, 26 (12): 5819-26.
- [23] KUNIMURA A, ISHII H, UETANI T, et al. Impact of adipose tissue composition on cardiovascular risk assessment in patients with stable coronary artery disease [J]. *Atherosclerosis*, 2016, 251: 206-12.

(收稿日期: 2025-05-26)

(校对编辑: 赵望淇)