

· 临床研究 ·

# 心外膜脂肪体积与冠状动脉血管病变严重程度评估及预后的相关性研究

季宇萌<sup>1</sup>, 秦会园<sup>2</sup>, 陆小虎<sup>1</sup>, 李 奔<sup>1</sup>, 王旭枫<sup>1</sup>, 刘朝阳<sup>1</sup>, 王楚凡<sup>1</sup>, 王子盾<sup>2\*</sup>, 王晓伟<sup>1\*</sup><sup>1</sup>南京医科大学第一附属医院心脏大血管外科, <sup>2</sup>心血管内科, 江苏 南京 210029

**[摘要]** 目的:探究冠状动脉粥样硬化心脏病患者心外膜脂肪体积(epicardial adipose tissue volume, EATV)、管周脂肪厚度(perivascular adipose tissue thickness, PATT)与冠状动脉血管病变严重程度相关性,评估EATV联合临床相关指标预测患者预后的效能。方法:选取南京医科大学第一附属医院81例进行冠状动脉CTA(coronary CT angiography, CCTA)及冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)的冠心病患者,统计所有患者基础基线资料及临床处理方式,基于医院影像系统统计EATV、PATT、SYNTAX评分,随访患者出院后6个月内不良心血管事件,包括心血管相关性死亡、心肌梗死、支架再植入、心血管相关疾病再入院、稳定型心绞痛及不稳定性心绞痛发作情况。通过线性回归模型和多元Logistic回归模型分析描述EATV对CCTA疑诊冠心病患者进一步进行CAG的辅助意义及EATV和PATT与SYNTAX评分的相关性,构建基于EATV和相关临床指标预测冠心病患者预后的模型。结果:①EATV可提高CCTA疑诊冠心病患者进行CAG检查的阳性处理价值(AUC=0.562上升至AUC=0.771);②Pearson相关统计示:该入组冠心病患者EATV与SYNTAX评分呈正相关( $r=0.828, P<0.001$ ),EATV及经身体质量指数(body mass index, BMI)标化的normalized EATV均与患者的SYNTAX评分成正相关( $r=0.774, P<0.001$ );③EATV联合临床指标:性别、前降支冠状动脉管周脂肪HU数值(LADHU)、左室舒张期横径(LVDd)(AUC=0.775)较SYNTAX评分(AUC=0.707)可更准确预测冠心病患者出院后心血管事件的发生。结论:EATV与CAD密切相关,对CCTA拟诊冠心病患者的临床决策具有指导意义。它与SYNTAX评分呈正相关,对冠心病的预后评估具有预测价值。

**[关键词]** 冠心病;心外膜脂肪组织;冠状动脉造影;临床决策;预后预测**[中图分类号]** R541.4**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2023)08-1108-07

doi: 10.7655/NYDXBNS20230810

## Correlation of severity assessment of coronary vascular lesions, patient prognosis and epicardial adipose tissue volume with coronary heart disease

JI Yumeng<sup>1</sup>, QIN Huiyuan<sup>2</sup>, LU Xiaohu<sup>1</sup>, LI Ben<sup>1</sup>, WANG Xufeng<sup>1</sup>, LIU Chaoyang<sup>1</sup>, WANG Chufan<sup>1</sup>, WANG Zidun<sup>2\*</sup>, WANG Xiaowei<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Department of Cardiovascular Surgery, <sup>2</sup>Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

**[Abstract]** **Objective:** We intended to explore the significance that epicardial adipose tissue (EAT) could provide in decision-making on whether the patient should further undergo the coronary angiography when they were suspected of diagnosing coronary artery disease (CAD based on coronary CT angiography (CCTA)). We further analyzed the correlation of epicardial adipose tissue volume (EATV) and perivascular adipose tissue thickness (PATT) with the severity of coronary vascular disease-SYNTAX score in patients with coronary atherosclerotic heart disease. We also explored the difference in sensitivity and specificity of EAT combined with clinically relevant indicators compared to the SYNTAX score alone in predicting the prognosis of patients. **Methods:** Our research involved a total of 81 patients with coronary heart disease who underwent coronary CT angiography (CCTA) and coronary angiography in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University. The characteristics and treatment of all patients were collected, and

**[基金项目]** 江苏省卫生健康委医学科研项目(ZDA2020004);江苏省“333”工程项目(LGY2016006);国家青年科学基金项目(81400249)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: wangzidun@foxmail.com; wangxiaowei@njmu.edu.cn

EATV, PATT, and SYNTAX scores were calculated based on the patients' imaging data. All patients were followed up six months after discharge, and adverse cardiovascular events, including cardiovascular-related death, myocardial infarction, stent reimplantation, cardiovascular-related disease readmission, stable angina, and unstable angina attacks, were recorded during the follow-up. The logistic regression model was used to analyze the decision-making significance of EATV for further coronary angiography (CAG) in patients with suspected coronary heart disease diagnosed by CCTA. We described the association of EATV with SYNTAX scores using person correlation analysis. We constructed a predictive model for the prognosis of patients with CAD based on EATV and related clinical indicators. **Results:** ① EATV could improve the positive predictive value of clinical intervention after CAG examination in CCTA patients suspected of CAD (AUC rise to 0.771 from 0.562). ② Pearson correlation statistics showed that EATV was positively correlated with SYNTAX score ( $r=0.828, P < 0.001$ ), and the correlation persisted after EAT was standardized for BMI ( $r=0.774, P < 0.001$ ). ③ EATV combined with clinical indicators: gender, LADHU (anterior descending branch adipose tissue Hounsfield unit), and LVDd (left ventricular diastolic diameter) could predict the occurrence of cardiovascular events after discharge (AUC=0.775). The prediction accuracy of this model was higher than that of SYNTAX alone (AUC=0.707). **Conclusion:** EATV was closely related to CAD and had guiding significance for clinical decision-making of patients with suspected coronary heart disease on CT. It was positively correlated with the SYNTAX score and had predictive relevance for the prognosis evaluation of coronary heart disease.

[Key words] coronary artery disease; epicardial adipose tissue; coronary angiography; prognosis prediction

[J Nanjing Med Univ, 2023, 43(08): 1108-1114]

冠状动脉粥样硬化心脏病(coronary artery disease, CAD)及其并发症是全人群死亡的重要原因之一<sup>[1]</sup>,每年约20%的全人群死于CAD相关疾病<sup>[2]</sup>。心外膜脂肪组织(epicardial adipose tissue, EAT)覆盖正常心脏组织约80%的区域,其分布集中在室间沟和房室沟,起源于中胚叶,由白色、棕色、米色脂肪细胞3种成分构成,此外还存在大量支配心脏的神经细胞和发挥免疫调节作用的免疫细胞。EAT是功能活跃的内分泌器官,且与冠脉血管及心肌间无筋膜间隔与心脏共享血供和回流系统<sup>[3]</sup>,更以旁分泌或血管分泌炎症因子影响冠状动脉血管进而参与CAD的疾病进展<sup>[4]</sup>。生理状态下,EAT参与心脏能量代谢、免疫调节、冠脉血管的物理缓冲等,而病理状态下EAT具有强大的促进炎症反应、氧化应激及纤维化的作用<sup>[5]</sup>。随着人们对EAT和CAD的认知不断深入,EAT日渐成为CAD研究领域的热点。

根据CAD诊断流程,拟诊CAD的患者可进行冠状动脉CT血管造影(coronary CT angiography, CCTA)和冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)检查,研究表明以CAG为诊断标准,CCTA对临床拟诊冠心病的敏感性是70.7%,特异性是40.4%,准确性是84.1%,CCTA作为临床无创检查,方便快捷,但敏感性和特异性均较低<sup>[2]</sup>。若能结合其他CT影像学检测指标,或可提高CCTA的临床应用价值。随着CT检测技术的提高,基于CT进行EAT体积和厚度的定量分析成为可能,且测量准确性、重复性、客观性较二维超声评估明显提高<sup>[3,6]</sup>,临床研究和基础研究

均发现EAT可能参与CAD的发生及进展过程<sup>[7]</sup>,心外膜脂肪体积(epicardial adipose tissue volume, EATV)及心外膜脂肪组织CT值(epicardial adipose tissue Hounsfield unit, EATHU)是评估预测其严重程度的重要影像特征<sup>[8-9]</sup>。

CAG是目前确诊CAD的金标准并可同时行血管再通治疗,虽然CAG效果显著,但因医疗费用高且具有一定创伤性导致患者依从性低,而基于CAG的SYNTAX评分,根据病变位置、严重程度、分叉、钙化等解剖特点进行危险分层的定量积分,从而个体化评估复杂CAD患者三支病变血管严重程度,并指导进一步临床处理方案<sup>[10]</sup>,是临床研究中评估CAD严重程度和预测疾病预后的一项重要指标。但是SYNTAX评分系统仅基于血管病理解剖学位置,并不包括临床指标。CCTA可检测冠状动脉狭窄和钙化,并且越来越频繁地用于筛查无症状人群,以评估发生CAD和心脏事件的高风险人群,以及诊断有症状患者的阻塞性CAD<sup>[11]</sup>。此外CCTA操作简单,可发现冠状动脉斑块和狭窄情况,可减轻患者经济负担,而存在心律失常或者钙化严重时,CCTA的评估准确性将下降<sup>[12]</sup>。为提高CCTA在更广泛人群(老年无症状患者和其他中等风险患者)中应用价值<sup>[11]</sup>,需进一步探究EATV、EATHU等影像学特征在CAD诊疗、评估血管病变严重程度及预后中的价值和意义<sup>[13]</sup>。已有研究发现冠脉CT血流储备分数联合斑块特征与心肌灌注显像可提高对CAD患者主要不良心脏事件的预测效能<sup>[14]</sup>。

### 1 对象和方法

#### 1.1 对象

收集2021年6月—2021年12月于南京医科大学第一附属医院心血管科住院的CAD患者81例,其中,男59例,女22例,平均年龄67.5岁,所有患者均先行CCTA,为进一步诊断或治疗进行CAG。入组患者有明显胸闷、胸痛症状且临床资料完整,主要排除标准包括:图像质量不佳或患者不配合者;有严重肝肾功能损害或造影剂过敏者;存在严重瓣膜疾病、心包积液或伴有明显消耗性疾病(如恶性肿瘤)等,调阅研究对象病历,记录患者性别、年龄、身高、体重、体重指数(body mass index, BMI)、高血压、糖尿病、高脂血症等既往病史;整理实验室检查并记录患者空腹时甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白等CAD相关指标;录入患者心脏二维超声心动图左室舒张末内径(left ventricular diastolic dimension, LVDd)、射血分数(ejection fraction, EF)、右室舒张末内径(right ventricular diastolic dimension, RVDd)等心功能数据。本研究经医院伦理委员会批准(伦审号:2022-SR-363),所有患者均知情同意。

#### 1.2 方法

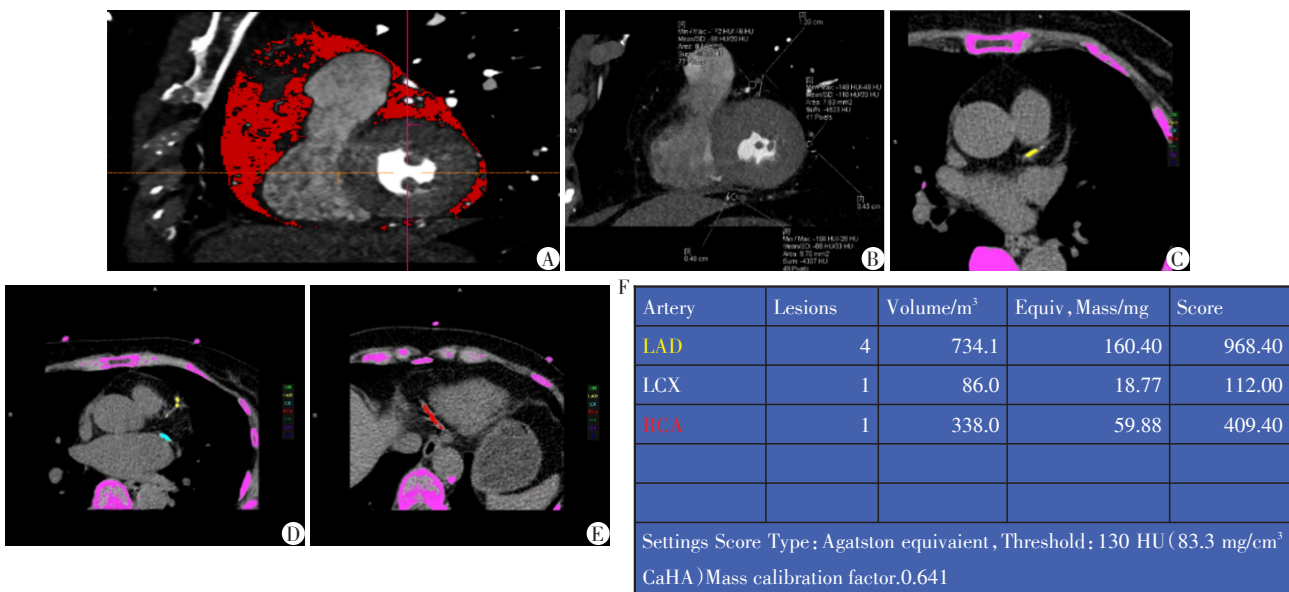
##### 1.2.1 EAT的测量

基于CCTA行EATV及管周脂肪厚度(perivascular adipose tissue thickness, PATT)、管周脂肪CT值

(perivascular adipose tissue Hounsfield unit, PATHU)测量。所有CCTA扫描均采用双源多排检测器(Forchheim公司,德国),CT扫描设置如下:64.0 mm×0.6 mm探测器准直、330 ms机架旋转时间,83 ms瞬时分辨率、380~420 mA管电流、100~120 kV管电位,所有患者在检测时都被要求屏住呼吸,在最大左房容积的40%时,以总层厚0.75 mm重建增量0.4 mm,根据心电图信号同步重建数据。EAT定义为心外膜与心肌表面之间的HU在-50~-150的脂肪组织,采用半自动分析评估软件(cardiac risk assessment software)获取EATV, Calcium score assessment software用于计算钙化积分。采用最佳舒张期图像进行分析,EATV、EATHU数据由1名经验丰富的放射科医生测量:沿着左室短轴位,在心室中部切片水平,测得前降支(left anterior descending artery, LAD)管周脂肪厚度及CT值,回旋支(left circumflex coronary artery, LCX)管周脂肪厚度及CT值,右冠状动脉(right coronary artery, RCA)管周脂肪厚度及CT值<sup>[15-16]</sup>(图1)。

##### 1.2.2 SYNTAX评分

CCTA疑诊CAD患者,再次进行CAG检查,排除冠状动脉造影禁忌患者,依据诊断性心脏介入导管术的规定,选择合适的血管入路,按照顺序完成后续各项操作<sup>[17]</sup>。使用SYNTAX官方网站中运算工具(<http://syntaxscore.org/calculator/start.htm>),计算CAD患者SYNTAX评分,评估冠状动脉病变程



A、B:3只主冠脉血管LAD、LCX、RCA管周脂肪厚度和CT值;C~E:LAD、LCX、RCA血管钙化积分的CT测量界面;F:统计界面。

图1 CCTA测量EATV、管周脂肪厚度和血管钙化

Figure 1 The measurement of EATV, perivascular fat thickness and vessel calcification with CCTA

度,包括有无血管闭塞、血栓形成或钙化斑块等。

### 1.2.3 随访

电话随访81例患者出院后6个月心血管相关事件,随访终点事件为再发不良心血管事件:心血管相关死亡、心梗、心绞痛发作(不稳定或稳定性心绞痛)、支架再植入、心血管相关疾病再入院。

### 1.3 统计学方法

SPSS 20.0分析临床资料,采用中位数(四分位数)[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]或均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ ),描述患者基线资料特征,Point-biserial相关分析二分类变量和连续分类变量间相关性。二值Logistic回归分析CAG诊疗和心绞痛预后的危险因素,并利用SPSS软件绘制ROC图以评估预测效能,Pearson相关检验连续性变量相关性。符合正态分布的数据进行非配对Student *t* 检验,多组间比较使用单因素方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者临床特征

72.8%的入组患者为男性患者,EF均>50%,仅21%合并糖尿病,BMI平均值24.56,肝肾功能指标均在正常范围内(表1)。影像学相关测量指标示:CCTA测得EATV( $134.96 \pm 64.36$ ) $\text{mm}^3$ ,LAD管周脂肪厚度及CT值为( $1.07 \pm 0.40$ ) $\text{cm}$ 、( $-95.94 \pm 24.16$ )HU,LCX管周脂肪厚度和CT值分别为( $0.31 \pm 0.15$ ) $\text{cm}$ 、( $-85.81 \pm 23.15$ )HU,RCA管周脂肪厚度和CT值分别为( $0.33 \pm 0.15$ ) $\text{cm}$ 、( $-80.69 \pm 22.22$ )HU,CAG检测示:SYNTAX评分为( $21.00 \pm 9.18$ )分,52例(64.2%)患者进行介入治疗,10例(12.3%)进行冠状动脉搭桥术,19例(23.5%)进行药物治疗。

### 2.2 EATV在CAG后临床决策中的应用分析

据CAD诊断和治疗指南,CCTA影像学表现为血管有粥样硬化斑块,管腔狭窄50%~70%,判定为中度狭窄及以上的81例CCTA疑诊CAD患者,依据指南推荐诊疗路径需进一步进行CAG评估<sup>[18]</sup>。其中CAG检查心外膜下冠状动脉直径狭窄超过50%<sup>[29]</sup>确诊并实施医疗干预措施的患者为62例。其中进行介入血管再通术为52例,10例进行冠状动脉搭桥。比较CCTA SYNTAX<sup>[20]</sup>判定阳性临床干预较CAG真实世界临床处理决策的一致性,CCTA的灵敏度为64.52%,特异度为100%。应用ROC曲线分析评价CCTA、EATV两种参数联合预测CAG后进行介入治疗及冠状动脉搭桥术处理的价值,结果显示,CCTA+EATV曲线下面积(AUC=0.771)高于CCTA单独预

表1 研究对象临床基线资料

临床特征	数值统计
男[n(%)]	59(72.8)
年龄[岁, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	67.50(56.75, 76.00)
BMI( $\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$ )	24.56 ± 2.99
高血压[n(%)]	62(76.5)
糖尿病[n(%)]	17(21.0)
饮酒史[n(%)]	17(21.0)
吸烟史[n(%)]	21(25.9)
ALT[U/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	21.90(14.00, 34.50)
AST[U/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	23.45(18.20, 27.90)
TG( $\text{mmol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )	1.30 ± 0.72
TC( $\text{mmol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )	3.70 ± 1.21
HDL( $\text{mmol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )	0.98 ± 0.21
LDL( $\text{mmol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )	2.31 ± 0.97
Glu[ $\text{mmol}/\text{L}, M(P_{25}, P_{75})$ ]	5.11(4.38, 5.76)
BUN[ $\text{mmol}/\text{L}, M(P_{25}, P_{75})$ ]	6.30(5.10, 7.28)
SCr[ $\text{mmol}/\text{L}, M(P_{25}, P_{75})$ ]	72.60(61.00, 89.60)
BNP[ $\text{pg}/\text{mL}, M(P_{25}, P_{75})$ ]	200.00(68.15, 648.80)
LVDd( $\text{mm}, \bar{x} \pm s$ )	47.96 ± 5.79
RVDd( $\text{mm}, \bar{x} \pm s$ )	34.11 ± 4.53
LVEF[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]	62.70(61.50, 64.70)

ALT:谷丙转氨酶;AST:谷草转氨酶;TG:甘油三酯;TC:总胆固醇;HDL:高密度脂蛋白;LDL:低密度脂蛋白;Glu:葡萄糖;BUN:尿素氮;SCr:肌酐;BNP:心房钠尿肽;LVDd:左室舒张末内径;LVEF:左室射血分数;RVDd:右室舒张末内径。

测的ROC曲线下面积(AUC=0.562)(图2)。

### 2.3 EATV和CAD血管病变严重程度的相关性

EATV和冠脉血管病变严重程度呈正相关,

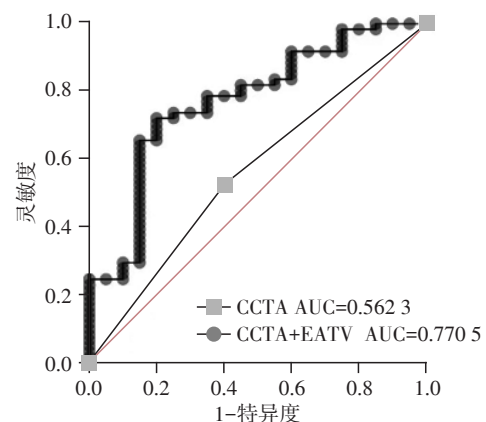


图2 CCTA、EATV联合预测及CCTA单独预测CAD患者临床干预的ROC曲线

Figure 2 Receiver operating characteristic curve of the prognosis prediction of EATV combined with CCTA or not

SYNTAX 评分高组别 EATV 较其他组别明显升高。Pearson 相关性示临床冠心病相关危险因素与 SYNTAX 评分正相关的是：EATV、体重、标准化 EATV、BMI、LCX 管周脂肪厚度，是否有高血压( $r > 0, P < 0.05$ , 表 2)。其中 EATV 与 SYNTAX 评分呈正相关( $r=0.828, P < 0.001$ )，经 BMI 标准化后的 EATV 仍与 SYNTAX 评分呈正相关( $r=0.774, P < 0.001$ , 图 3A)。而根据 SYNTAX 评分结果将 CAD 患者分为低积分组 ( $< 23$  分)、中积分组 ( $23 \sim < 33$  分) 和高积分组 ( $\geq 33$  分)，高 SYNTAX 评分组别 EATV 较其他组别明显升高，且有统计学意义(图 3B)。

2.4 EATV 在 CAD 预后中的应用分析

患者离院后第 6 个月进行随访，患者再发不良

心血管事件 23 例(28.40%)，其中 2 例全因死亡，1 例发生急性心力衰竭入院，20 例患者有心绞痛症状发作。基于 CAG 的 SYNTAX 评分预测心绞痛发作单个连续变量 ROC 回归模型，ROC 曲线下面积 AUC=0.707，灵敏度 66.67%，特异度 79.71%。在临床相关指标选取性别、LVDD、LADHU 3 项单项指标与心绞痛发作相关且相关性具有统计学意义的指标，与 EATV 联合建立 Logistic 回归模型以预测心绞痛发作(表 3)，ROC 曲线下面积 AUC=0.778，灵敏度和特异度分别为 46.45%、76.47%，几近于 SYNTAX 评分(图 4)。

3 讨论

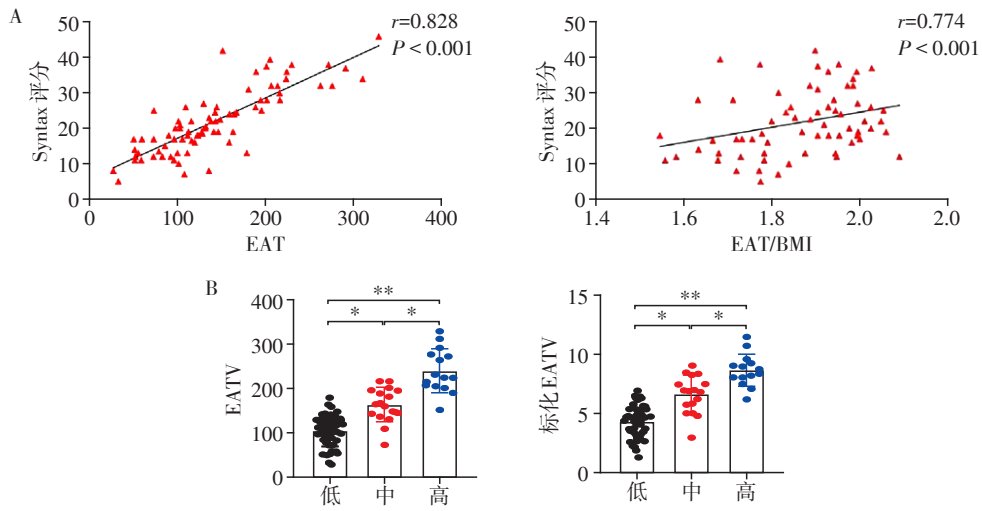
EAT 由于其独特的解剖学位置和丰富的生理

表 2 临床冠心病相关危险因素与 SYNTAX 评分 Pearson 相关性

Table 2 Pearson correlation between risk factors associated with clinical coronary artery disease and SYNTAX score

危险因素	Pearson 相关系数/		危险因素	Pearson 相关系数/	
	Point-biserial 相关系数	P 值		Point-biserial 相关系数	P 值
EATV	0.828	< 0.001	DM	0.070*	0.451
标准化 EATV	0.774	< 0.001	LDL	0.056	0.462
体重	0.304	< 0.001	TC	0.031	0.683
BMI	0.290	< 0.001	alcohol	0.033*	0.719
LCX 管周脂肪厚度	0.205	0.008	C 反应蛋白	-0.032	0.724
HP	0.190*	0.044	LCA CT 值	0.024	0.753
LAD 管周脂肪厚度	0.125	0.105	RCA CT 值	-0.022	0.775
TG	0.111	0.149	HDL	-0.020	0.794
RCA 管周脂肪厚度	0.090	0.246	smoke	0.004*	0.966
LADHU	-0.061	0.428			

\*: Point-biserial 相关系数; 危险因素按相关性意义由大到小排列。



两组比较, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ 。

图 3 EATV 及标准化 EATV 与 Syntax 评分相关性分析散点图(A)及 Syntax 评分低、中、高组别 EATV 及标准化 EATV 的表达差异统计图(B)

Figure 3 Scatter plot of EATV and syntax score (A) and histogram of EATV for low, medium and high syntax groups(B)

表3 预测心绞痛发作的Logistic回归模型

因素	OR	95%CI	P值
性别	2.755	0.780~0.973	0.116
LVDd	0.085	0.731~0.986	0.032
LADHU	0.980	0.980~0.954	0.136
EATV	1.104	1.003~1.124	0.012

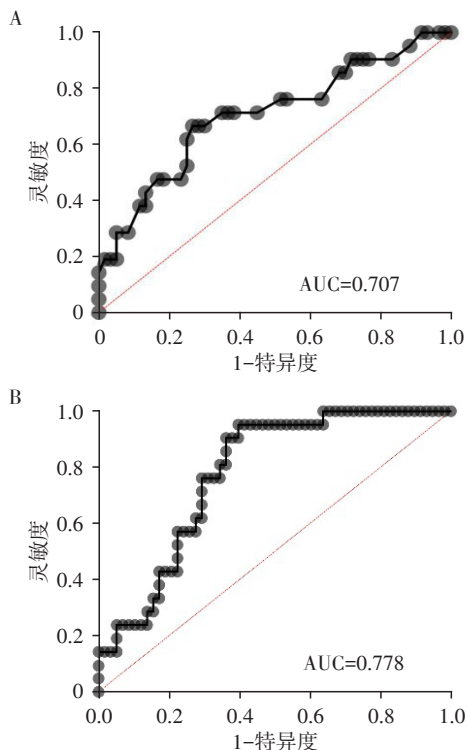


图4 SYNTAX(A)和EATV联合临床指标(B)预测CAD患者院外心绞痛发作的ROC曲线

Figure 4 ROC curves of SYNTAX(A), EATV combined clinical indicators(B) for predicting post-hospital angina attack

学功能参与冠心病的发生和进展,既往研究表明内脏脂肪组织EATV可能是心血管疾病的独立危险因素<sup>[21]</sup>,而EATV和EATHU重度冠状动脉狭窄亦具有一定的预测意义和价值(灵敏度和特异度分别为0.728、0.809)<sup>[22]</sup>。

随着MSCT影像学技术的发展和普及,作为一种无创、快捷、有效的检查手段,其广泛应用于CAD的筛查和诊断,尤其为早期发病患者所接受。但目前CCTA评估冠状动脉狭窄程度依旧是解剖性而非功能性的,评估结果出现冠状动脉管腔狭窄程度与心肌缺血程度不成正比的现象<sup>[23]</sup>。基于此,负荷心电图、心动图或心肌灌注显像等无创功能学检查被进一步用于评估高风险患者心肌缺血状况及范围<sup>[24]</sup>。

为进一步提高CCTA在临床决策和预后判断中的价值,或可引入CCTA中功能性特征指标如EATV、EATHU等,从而实现冠脉动脉解剖学和功能完美融合,本研究发现,EATV指标的加入显著提高了拟诊CCTA与导管造影治疗决策的一致性,增量意义20.8%,提示CCTA联合EAVT有助于高效且准确地筛选出可能因CAG进行血运重建或冠状动脉搭桥而获益的患者,制定个体化治疗方案以期为患者争取最佳临床结局。

EAT与冠状动脉无筋膜间隔,可通过内分泌和旁分泌炎症因子白介素6(interleukin 6, IL-6)、单核细胞趋化蛋白1(monocyte chemotactic protein 1, MCP-1)、趋化因子配体2(C-C motif chemokine 2, CCL2)参与冠状动脉粥样硬化的进展。亦有研究表明病理状态下EATV增大,缺氧诱导因子(hypoxia-inducible factor 1-alpha, HIF1 $\alpha$ )、过氧化物酶体增殖物激活受体(peroxisome proliferator-activated receptor gamma, PPAR $\gamma$ )等表达含量升高,发现EAT可能通过氧化应激和脂质毒性致血管病变<sup>[25]</sup>。研究充分支持EATV作为CCTA检查的一个功能性特征值,如EATV/年龄比值能够很好地反映胰岛素抵抗的程度<sup>[26]</sup>,本研究发现经BMI标准化后的EATV依旧与冠脉血管病变严重程度呈正相关( $r=0.774, P < 0.001$ ),提示标化EATV是独立于肥胖的冠脉狭窄的危险因素。术后患者6个月的随访结果示,联合使用EATV和临床指标性别、LVDd、LADHU可较准确地预测心绞痛的发作,从而充分展现出EATV作为功能特征值参与冠状动脉粥样硬化临床决策和预后评估中的意义和价值。

EATV与CAD关系密切,对CT疑诊CAD患者评估具有积极的临床意义;与冠状动脉狭窄SYNTAX评分正相关,对CAD的评估预后判断具有预测意义和价值。

[参考文献]

[1] GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016[J]. Lancet (London, England), 2017, 390(10100): 1151-1210

[2] 王惠. 冠脉CT血管造影对疑难胸痛患者的诊断价值分析[J]. 现代医用影像学, 2022, 31(4): 669-710

[3] MONTI C B, CODARI M, DE CECCO C N, et al. Novel imaging biomarkers: epicardial adipose tissue evaluation[J]. Br J Radiol, 2020, 93(1113): 20190770

[4] ANSALDO A M, MONTECUCCO F, SAHEBKAR A, et

- al. Epicardial adipose tissue and cardiovascular diseases [J]. *Int J Cardiol*, 2019, 278: 254–260
- [5] IACOBELLIS G, BARBARO G. Epicardial adipose tissue feeding and overfeeding the heart [J]. *Nutrition*, 2019, 59: 1–6
- [6] MANCIO J, AZEVEDO D, SARAIVA F, et al. Epicardial adipose tissue volume assessed by computed tomography and coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2018, 19 (5): 490–497
- [7] YUVARAJ J, CHENG K, LIN A, et al. The emerging role of CT-based imaging in adipose tissue and coronary inflammation [J]. *Cells*, 2021, 10(5): 1196
- [8] LU Y, WANG T, ZHAN R, et al. Effects of epicardial adipose tissue volume and density on cardiac structure and function in patients free of coronary artery disease [J]. *Jpn J Radiol*, 2020, 38(7): 666–675
- [9] KATAOKA T, HARADA K, TANAKA A, et al. Relationship between epicardial adipose tissue volume and coronary artery spasm [J]. *Int J Cardiol*, 2021, 324: 8–12
- [10] 王晓东. 冠脉CT血管造影对疑难胸痛患者的诊断价值分析 [J]. *临床医药文献电子杂志*, 2019, 6(66): 162–163
- [11] O'ROURKE R A, BRUNDAGE B H, FROELICHER V F, et al. American College of Cardiology/American Heart Association Expert Consensus document on electron-beam computed tomography for the diagnosis and prognosis of coronary artery disease [J]. *Circulation*, 2000, 102 (1): 126–140
- [12] LEE J H, HAN D, DANAD I, et al. Multimodality imaging in coronary artery disease: focus on computed tomography [J]. *J Cardiovasc Ultrasound*, 2016, 24(1): 7–17
- [13] HABERKA M, LELEK M, BOCHENEK T, et al. Novel combined index of cardiometabolic risk related to periarterial fat improves the clinical prediction for coronary artery disease complexity [J]. *Atherosclerosis*, 2018, 268: 76–83
- [14] 薛秋苍, 徐怡, 孙欣杰, 等. FFRCT联合斑块特征与心肌灌注显像对冠心病患者主要不良心脏事件预测效能的比较 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2021, 41 (5): 757–762
- [15] WANG T D, LEE W J, SHIH F Y, et al. Relations of epicardial adipose tissue measured by multidetector computed tomography to components of the metabolic syndrome are region-specific and independent of anthropometric indexes and intraabdominal visceral fat [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2009, 94(2): 662–669
- [16] DEMIRCELİK M B, YILMAZ O C, GUREL O M, et al. Epicardial adipose tissue and pericoronary fat thickness measured with 64-multidetector computed tomography: potential predictors of the severity of coronary artery disease [J]. *Clinics*, 2014, 69: 388–392
- [17] 中华医学会心血管病分会介入心脏病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 中华心血管杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016) [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2016, 24(6): 315
- [18] 国家心血管病专业质控中心心血管影像质控专家工作组, 中华医学会放射学分会心胸学组, 《中华放射学杂志》心脏冠状动脉多排CT临床应用指南写作专家组. 冠状动脉CT血管成像的适用标准及诊断报告书写规范 [J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54(11): 1044–1055
- [19] 王斌, 李毅, 韩雅玲. 稳定性冠心病诊断与治疗指南 [J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(9): 680–94
- [20] PAPADOPOULOU S L, GIRASIS C, DHARAMPAL A, et al. CT-SYNTAX score: a feasibility and reproducibility study [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(3): 413–415
- [21] NEELAND I J, ROSS R, DESPRÉS J P, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2019, 7(9): 715–725
- [22] 代岳, 张纯, 徐凯. 心外膜脂肪组织CT衰减与冠状动脉狭窄程度的相关性研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2022, 41(3): 460–464
- [23] 王瑞, 徐磊. 冠状动脉CT功能学成像的应用进展 [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(39): 3257–3260
- [24] 项飞, 汪黎明, 陈鑫. 稳定性冠心病的诊断和治疗策略 [J]. *中华外科杂志*, 2020, 58(5): E014
- [25] MCLAUGHLIN T, SCHNITTGER I, NAGY A, et al. Relationship between coronary atheroma, epicardial adipose tissue inflammation, and adipocyte differentiation across the human myocardial bridge [J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(22): e021003
- [26] 祁荣兴, 苏建兵, 高丹, 等. 2型糖尿病患者心外膜脂肪体积/年龄比值与胰岛素抵抗的相关性 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(4): 461–463

[收稿日期] 2023-02-13

(本文编辑:唐震)