

论 著

冠状动脉周围脂肪CT衰减指数联合CT-FFR对急性冠状动脉综合征患者MACE事件预测价值*

孙 刚¹ 常艺桐¹ 徐 娜¹孟庆涛^{1,*} 朱 霓²

1.安徽医科大学附属滁州医院(滁州市第一人民医院)影像中心(安徽 滁州 239000)

2.中国人民解放军第二军医大学(上海 200433)

【摘要】目的 探讨分析冠状动脉周围脂肪CT衰减指数(FAI)联合CT-FFR对急性冠状动脉综合征(ACS)患者MACE事件预测价值。方法 选择2020年1月~2022年7月在我院接受PCI手术治疗的ACS患者162例,根据患者术后1年是否发生MACE,将其分为MACE组(37例)和非MACE组(125例)。记录两组患者临床资料,并进行FAI及CT-FFR检查,进行多因素Logistic回归分析,并采用ROC曲线分析FAI、CT-FFR对ACS患者PCI术后MACE发生的预测价值。结果 MACE组患者FAI显著高于非MACE组患者($P<0.05$),且MACE组患者CT-FFR显著低于非MACE组($P<0.05$)。CT-FFR、FAI、年龄以及血管病变直数进入回归模型($P<0.05$),为影响ACS患者PCI术后MACE发生的独立危险因素。采用ROC曲线分析FAI、CT-FFR对ACS患者PCI术后MACE的预测价值,结果显示,FAI曲线下面积为0.695、CT-FFR曲线下面积为0.771,FAI联合CT-FFR曲线下面积为0.943。结论 冠状动脉周围脂肪CT衰减指数联合CT血流储备分数对冠状动脉综合征患者PCI术后MACE发生具有着良好的预测价值,术前完善相关检查评估,对于高危患者及时采取有效的预防治疗对策,对于改善患者临床预后具有重要意义。

【关键词】冠状动脉周围脂肪CT衰减指数; CT-FFR; 急性冠状动脉综合征; MACE; 预测

【中图分类号】R543.3

【文献标识码】A

【基金项目】国家自然科学基金委员会资助项目(91870376)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.07.028

Value of Peripheral Coronary Fat CT Attenuation Index Combined with CT-FFR in Predicting MACE Events in Patients with Acute Coronary Syndrome*

SUN Gang¹, CHANG Yi-tong¹, XU Na¹, MENG Qing-tao^{1,*}, ZHU Ni².

1.Imaging Center, Chuzhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Chuzhou First People's Hospital, Chuzhou 239000, Anhui Province, China

2.Second Military Medical University of PLA, Shanghai 200433, China

ABSTRACT

Objective To investigate and analyze the value of peripheral coronary fat CT attenuation index combined with CT-FFR in predicting MACE events in patients with acute coronary syndrome. **Methods** We selected 162 ACS patients who underwent PCI surgery in our hospital from January 2020 to July 2022, and divided them into MACE group (37 cases) and non-MACE group (125 cases) according to whether MACE occurred 1 year after surgery. The clinical data of patients in the two groups were recorded, and FAI and CT-FFR were examined, multifactorial logistic regression analysis was performed, and ROC curves were used to analyse the predictive value of FAI and CT-FFR on the occurrence of MACE after PCI in ACS patients. **Results** FAI was significantly higher in patients in the MACE group than in those in the non-MACE group ($P<0.05$), and CT-FFR was significantly lower in patients in the MACE group than in those in the non-MACE group ($P<0.05$). CT-FFR, FAI, age, and the straight number of vascular lesions entered into the regression model ($P<0.05$), and were the independent risk factors affecting the occurrence of MACE after PCI in patients with ACS. ROC curve was used to analyse the predictive value of FAI and CT-FFR for MACE after PCI in patients with ACS, and the results showed that the area under the curve of FAI was 0.695, the area under the curve of CT-FFR was 0.771, and the area under the curve of FAI combined with CT-FFR was 0.943. **Conclusion** The CT attenuation index of peripheral coronary fat combined with CT blood flow reserve fraction has a good predictive value for the occurrence of MACE in patients with coronary syndrome after PCI. Improving the relevant examination and evaluation before surgery is of great significance for the timely adoption of effective preventive and therapeutic countermeasures for high-risk patients, and for improving the clinical prognosis of patients.

Keywords: Peripheral Coronary Fat CT Attenuation Index; CT-FFR; Acute Coronary Syndrome; MACE; Forecast

近年来,我国心血管疾病的发病率呈现出持续攀升的趋势,已成为威胁居民健康的头号杀手。其中急性冠状动脉综合征(ACS)由冠状动脉粥样硬化斑块的不稳定破裂引发,可引发心肌缺血症状,严重威胁患者生命^[1-2]。作为冠心病诊断的重要工具,冠状动脉CT成像(CCTA)可为临床诊断提供重要信息^[3]。而在此基础上出现的CT血流储备分数(CT-FFR)技术在预测血流动力学异常方面具有较大优势,其诊断价值相较于CCTA更为精准^[4]。此外,冠脉周围脂肪组织CT衰减指数(FAI)作为近年来崭露头角的无创影像学指标,能够准确反映患者冠周脂肪组织水相变化,有助于评估冠状动脉血管炎症状态^[5]。在治疗方面,经皮冠状动脉介入术(PCI)已成为ACS的有效手段。但患者术后心脏不良事件(MACE)问题不容忽视^[6],这些事件不仅影响患者的预后,更是对生命安全的严峻挑战。因此,如何在提高治疗效果的同时,降低MACE的发生风险,成为了当前亟待解决的问题。为了进一步提高对ACS患者MACE发生的预测价值,改善患者预后,本研究探讨分析FAI联合CT-FFR对急性冠状动脉综合征患者MACE事件预测价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择2020年1月至2022年7月在安徽医科大学附属滁州医院接受PCI手术治疗的ACS患者162例作为研究对象,将术后1年发生MACE者列入MACE组(37例,占22.84%),未发生者列入非MACE组(125例,占77.16%)。研究经医院伦理委员会批准。

纳入标准:患者符合急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南^[7]和AHA/ACC中有关非ST段抬高型心肌梗死、不稳定型心绞痛的诊断标准^[8];行PCI手术治疗患者;知情同意。排除标准:存在精神障碍无法纳入研究者;伴免疫系统疾病或任意类型恶性肿瘤患者;颈部受伤患者;术前1个月内曾使用可能影响甲状腺功能的药物;合并肝肾功能异常患者;合并心脏瓣膜病、心律失常者。

1.2 方法 收集并详细记录两组患者的临床数据,其涉及患者的性别、年龄、体重指数、生活习惯及过往病史等关键信息。采用西门子双螺旋CT机对患者进行了术前CCTA扫描。扫描过程中密切关注患者的心率变化,一旦超过70次/分,及时采取静脉注射艾司洛尔的方式进行调控。扫描前口服硝酸甘油,以扩张冠状动脉,确保扫描效果。扫描参数包括准直器($2\times 128\times 0.6\text{mm}$)、管电压(80~120kV)、管电流(290~560mAs)以及旋转时间(0.28s)等,以确保图像清晰度和数据准确性。获得CCTA图像后,利用DeepFFR技术机器

【第一作者】孙 刚,男,主治医师,主要研究方向:医学影像诊断。E-mail: sunga0612@163.com

【通讯作者】孟庆涛,男,副主任医师,主要研究方向:心血管影像诊断。E-mail: 13955081740@163.com

学习算法模型进行CT-FFR值的计算。通过软件平台导入图像，提取冠脉树模型，并采用先进的算法提取冠脉中心线和血管边缘。随后将冠脉树模型代入神经网络进行深度学习，精确计算出整支冠脉树任意一点的CT-FFR值，重点关注病变特异性CT-FFR值测定位置。利用专业软件Anythink CT对冠周FAI进行测量，通过对CT值和测量范围的精确设定，软件能够自动进行分割测算，提供了更全面的患者数据支持。MACE：患者PCI术后1年随访，随访方式包括门诊、电话和微信随访等，MACE包括再发性心肌梗死、再发性心绞痛、血运重建、心源性猝死以及严重心律失常等。

1.3 统计学分析 采用SPSS 25.0分析数据，计量资料采用t检验，计数资料采用检验，对相关因素进行多因素Logistic回归分析，采用ROC曲线分析FAI、CT-FFR对MACE预测价值，以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组资料比较 MACE组患者与非MACE组患者比较，在年龄、糖尿病史、高血压史、血管病变参数四个因素上比较差异具有统计学意义($P<0.05$)，见表1。

2.2 两组FAI、CT-FFR比较 MACE组患者FAI显著高于非MACE组患者($P<0.05$)，且MACE组患者CT-FFR显著低于非MACE组($P<0.05$)，见表2。

表1 两组患者临床资料比较

临床资料	MACE组 (n=37)	非MACE组 (n=125)	t/ χ^2	P
性别				
男	15	54	0.083	0.774
女	22	71		
年龄(岁)	64.49±7.93	59.89±6.42	3.620	0.000
BMI(kg/m ²)	24.28±3.17	24.10±2.83	0.331	0.741
吸烟史				
是	8	21	0.452	0.502
否	29	1042		
饮酒史				
是	11	27	1.051	0.305
否	26	98		
糖尿病史				
是	15	21	9.310	0.002
否	22	104		
高血压史				
是	13	17	8.775	0.003
否	24	108		
ACS类型				
非ST段抬高型心肌梗死	15	51	0.024	0.988
ST段抬高型心肌梗死	10	35		
不稳定型心绞痛	12	39		
血管病变支数				
<3支	23	81	0.086	0.769
≥3支	14	44		
TG(mmol/L)	2.18±0.59	2.10±0.56	0.754	0.452
TC(mmol/L)	5.12±1.53	5.01±1.44	0.402	0.688
HDL-C(mmol/L)	1.18±0.43	1.23±0.39	0.669	0.505
LDL-C(mmol/L)	2.75±0.73	2.69±0.77	0.421	0.674

2.3 影响ACS患者PCI术后MACE发生风险多因素Logistic回归分析 对上述两组比较具有差异的各因素进行多因素Logistic回归分析，结果显示，CT-FFR、FAI、年龄以及血管病变支数进入回归模型($P<0.05$)，为影响ACS患者PCI术后MACE发生的独立危险因素，见表3。

2.4 FAI、CT-FFR对MACE预测价值 采用ROC曲线分析FAI、CT-FFR对ACS患者PCI术后MACE的预测价值，结果显示，FAI曲线下面积为0.695、CT-FFR曲线下面积为0.771，FAI联合CT-FFR曲线下面积为0.943，见表4、图1。

2.5 病例分析 病例1：冠状动脉粥样硬化患者，男，70岁，临床拟诊冠心病，LCA、LAD近中段局部管腔钙化斑块及非钙化斑块形成，相应管腔轻-中度狭窄。人工智能软件(数坤)自动计算FFR及冠脉周围FAI，图2：LAD CT-FFR值约0.76；图3：冠脉周围FAI -71HU；图4：LCX冠脉周围FAI -66HU；图5：RCA冠脉周围FAI -67HU。

病例2：男，57岁，活动后胸闷1周，临床拟诊冠心病，图6-图8：LAD近中段局部管腔钙化斑块及非钙化斑块形成，相应管腔轻-中度狭窄；人工智能软件(数坤)自动计算CT-FFR约0.74；冠脉周围FAI -71HU。图9-图11：LCX近中段局部管腔钙化斑块及非钙化斑块形成，相应管腔轻-中度狭窄；CT-FFR值约0.75；冠脉周围FAI -71HU。

表2 两组患者FAI、CT-FFR比较

组别	例数	FAI	CT-FFR
MACE组	37	-73.48±10.29	0.75±0.15
非MACE组	125	-80.95±11.47	0.89±0.11
t	-	3.559	6.225
P	-	0.001	0.000

表3 影响ACS患者PCI术后MACE发生风险多因素Logistic回归分析

重要因素	β	S.E	χ^2	P	OR	95%CI for OR
CT-FFR	1.465	0.339	18.676	0.000	4.328	2.227~8.410
FAI	1.477	0.497	8.832	0.003	4.380	1.653~11.601
年龄	1.278	0.485	6.943	0.008	3.589	1.387~9.287
血管病变支数	1.229	0.524	5.501	0.019	3.418	1.224~9.545

表4 ROC曲线分析FAI、CT-FFR对MACE的预测价值

指标	AUC	最佳截断值	灵敏度	特异性	P	95%CI
FAI	0.695	-78.455	70.30	70.40	0.000	0.591~0.798
CT-FFR	0.771	0.735	94.60	51.20	0.000	0.695~0.847
FAI联合CT-FFR	0.943	-	89.20	94.40	0.000	0.900~0.986

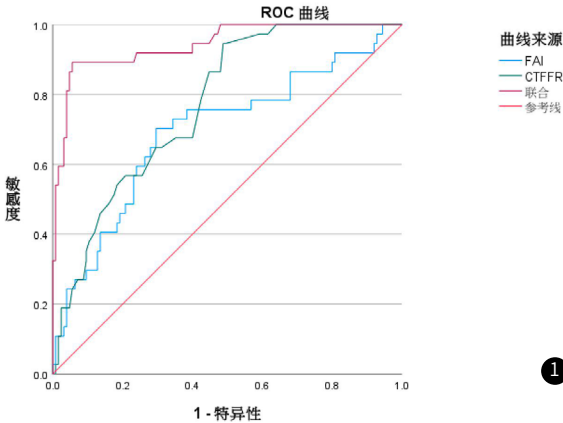


图1 ROC曲线分析FAI、CT-FFR对MACE的预测价值

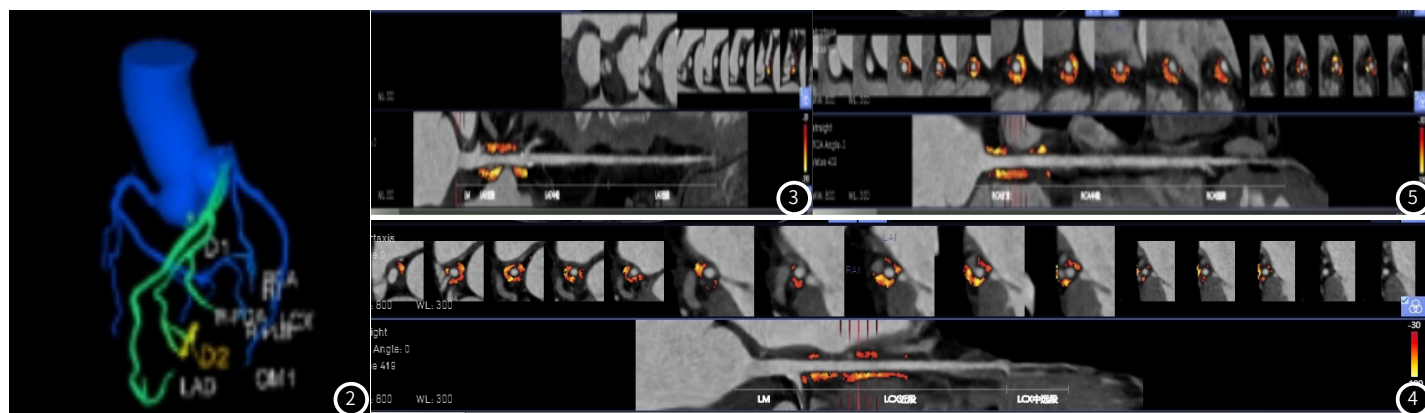


图2 LAD CT-FFR值0.76; 图3 LAD FAI -71HU; 图4 LCX冠脉周围 FAI -66HU; 图5 RCA 冠脉周围FAI -67HU

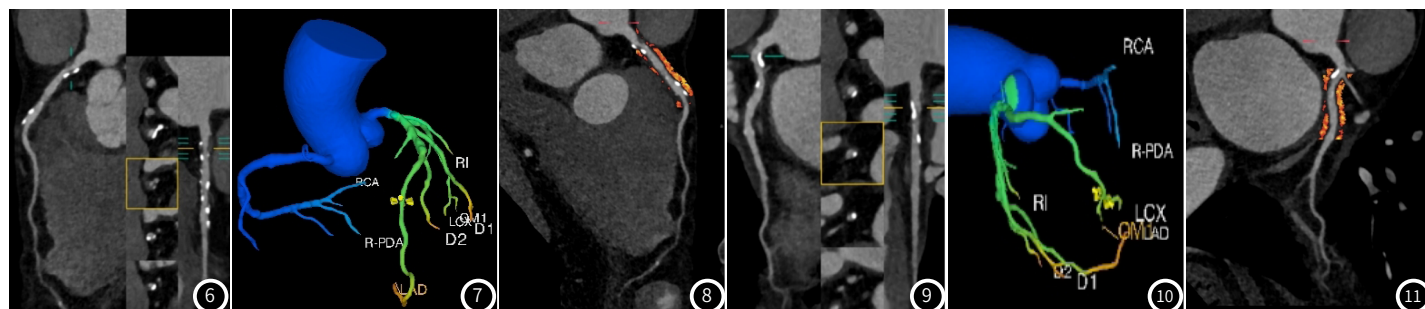


图6 LAD管腔钙化及非钙化斑块形成; 图7 CT-FFR 0.74; 图8 冠脉周围FAI -71HU
图9 LCX管腔钙化斑块及非钙化斑块形成; 图10 CT-FFR值0.75; 图11 冠脉周围FAI -71HU

3 讨论

ACS主要是由于不稳定斑块破裂引发的急性血栓,可造成动脉管腔狭窄甚至出现闭塞。患者临床表现为胸闷、胸痛,同时可伴有心力衰竭以及心律失常等症状,严重时可能导致猝死^[9]。PCI手术可有效重建冠状动脉血流,从而改善患者的心肌缺血症状,目前已成为ACS患者治疗的重要方式之一,但ACS患者PCI术后发生MACE的风险仍然较高,对患者的生活质量以及临床预后均造成了严重影响^[10]。因此,准确预测患者PCI术后MACE的发生,及时采取有效的干预对策,在一定程度上可减少患者MACE发生率,从而改善患者预后^[11-12]。

冠状动脉周边脂肪作为心外膜脂肪组织的核心部分,与冠状动脉紧密相连,通过分泌细胞因子直接调控血管壁状态,并影响周边微炎症环境,进而改变邻近脂肪组织的代谢^[13]。其低分化和不规则排列的特性,深刻影响着血管斑块的代谢状态。近年来,多项研究揭示了冠状动脉周边脂肪与心血管疾病机制的紧密联系,进一步揭示了其在心血管健康中的重要作用^[14]。近期研究表明^[15],即便冠状动脉出现中度以上狭窄,高达65%的患者在血流动力学上并未显示特异性异常。而CT-FFR作为一种无创检测手段,在冠状动脉血流动力学异常方面显示出显著的诊断精准性,并得到广泛的临床认可。为了进一步增强对急性冠状动脉综合征(ACS)患者PCI术后不良心血管事件(AMCE)的预测能力,本研究深入探讨了FAI与CT-FFR联合应用对MACE事件的预测价值。

研究显示,MACE组FAI显著升高,CT-FFR则较MACE组显著降低,同时,FAI以及CT-FFR均进入Logistic回归模型,为影响ACS患者PCI术后MACE发生的重要因素。表明FAI以及CT-FFR与患者术后MACE发生密切相关。此外,采用ROC曲线分析采用ROC曲线分析FAI、CT-FFR对MACE的预测价值,结果显示,FAI曲线下面积为0.695、CT-FFR曲线下面积为0.771,FAI联合CT-FFR曲线下面积为0.943。表明FAI、CT-FFR对ACS患者PCI术后MACE的发生具有一定的预测价值,且二者联合使用对患者MACE发生的预测价值更高。但是由于本研究纳入样本量相对较小,研究仅处于初步探索阶段,后期还需要大样本量研究证实,以明确其在临床应用中的价值。

综上所述,冠状动脉周围脂肪CT衰减指数联合CT血流储备分数对冠状动脉综合征患者PCI术后MACE发生具有着良好的预测价值,术前完善相关检查评估,对于高危患者及时采取有效的预防治疗对策,对于改善患者临床预后具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘江萍, 木胡牙提. 急性冠状动脉综合征流行病学及危险因素的研究进展[J]. 国际心血管病杂志, 2019, 46(1): 1-3, 7.
- [2] Harrington J, Jones WS, Udell JA, et al. Acute decompensated heart failure in the setting of acute coronary syndrome[J]. JACC Heart Fail, 2022, 10(6): 404-414.
- [3] 全睿琳, 黄石安, 庞玲品, 等. 肺循环血流动力学参数对急性冠状动脉综合征患者预后的预测价值[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(38): 3012-3018.
- [4] 杨贵宝, 郑芳芳, 袁俊强, 等. 冠脉CT血管成像对急性冠状动脉综合征患者斑块性质的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(11): 75-78.
- [5] 刘书铭, 李胜, 关惠元, 等. 基于冠状动脉CT血管造影探究冠周脂肪体积及衰减指数对急性冠状动脉综合征的预测分析[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(11): 1135-1142.
- [6] 李永贵, 周光辉. 急性冠脉综合征患者经皮冠状动脉介入治疗后单核细胞计数/高密度脂蛋白比值对发生主要不良心血管事件有预测价值[J]. 内科急危重症杂志, 2022, 28(4): 318-320, 339.
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2010, 38(8): 675-690.
- [8] Jneid H. The 2012 ACCF/AHA Focused Update of the Unstable Angina/Non-ST-Elevation Myocardial Infarction (UA/NSTEMI) Guideline: a critical appraisal[J]. Methodist Debakey Cardiovasc J, 2012, 8(3): 26-30.
- [9] 胡越, 沙莉, 魏华. 血清TSH、TGAb、TPOAb水平及临床特征与急性冠状动脉综合征患者PCI术后MACE风险的关系[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(3): 334-338.
- [10] 梁海青, 郭牧, 张云强, 等. 脂蛋白相关磷脂酶A2预测老年急性冠状动脉综合征患者介入治疗后主要不良心血管事件[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(11): 1153-1156.
- [11] 乔玉花, 艾民, 颜昌福, 等. 血清脂蛋白相关磷脂酶A2对急性冠脉综合征PCI术后心血管事件的临床预测[J]. 四川医学, 2017, 38(10): 1132-1135.
- [12] Wang L, Cong HL, Zhang JX, et al. Triglyceride-glucose index predicts adverse cardiovascular events in patients with diabetes and acute coronary syndrome[J]. Cardiovasc Diabetol, 2020, 19(1): 80.
- [13] 尚新, 郭妍, 马跃, 等. 基于CCTA的冠状动脉周围脂肪组织影像学特征预测急性冠状动脉综合征[J]. 国际医学放射学杂志, 2021, 44(5): 504-510.
- [14] 原杰, 张红霞, 王丽佳, 等. 代谢综合征合并冠状动脉粥样硬化性心脏病患者心包周围脂肪体积与冠状动脉病变严重程度的相关性[J]. 中华健康管理学杂志, 2014, 8(3): 155-159.
- [15] 陶青, 邹伟健, 范艳芬, 等. 冠状动脉周围脂肪直方图参数鉴别急性冠状动脉综合征及稳定性冠心病的价值初探[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(3): 192-197.

(收稿日期: 2023-06-12)

(校对编辑: 韩敏求)