

论 著

CCTA评估FAI指数与冠状动脉粥样硬化斑块的关系*

杨启楠* 张雪瑞 白汉林
河南省第二人民医院影像医学科
(河南 新乡 451191)

【摘要】目的 基于冠状动脉CT血管成像(CCTA)评估脂肪衰减指数(FAI)与冠状动脉粥样硬化斑块的关系。方法 回顾性收集2020年9月至2023年9月于我院接受CCTA检查的120例患者资料,根据冠状动脉有无斑块将其分为有斑块组($n=73$)和无斑块组($n=47$),基于CCTA图像使用智能辅助诊断系统测量冠状动脉周围FAI,分析有斑块组相应节段血管斑块特征及血管周围FAI值,并采用多元Logistic回归法分析二者间的关系。结果 相较于无斑块组,有斑块组男性较多、年龄较大,且同时患糖尿病、高血压及高血脂的占比更高($P<0.05$);两组体重指数和吸烟史比较差异无统计学意义($P>0.05$)。有斑块组与无斑块组左前降支FAI值均高于左回旋支和右冠状动脉FAI值($P<0.05$),且有斑块组左前降支FAI值明显高于无斑块组($P<0.05$)。有斑块组中共有122支冠状动脉内存在斑块,斑块多为单发(55.74%)、钙化(49.18%)、局限性病变(84.43%),且多数血管狭窄程度超过50%(69.67%);不同斑块类型、病变范围间的血管周围FAI值比较差异均有统计学意义($P<0.05$),不同斑块数量及血管狭窄程度的血管周围FAI值比较差异无统计学意义($P>0.05$)。Logistic回归分析结果显示,斑块的分布血管、斑块类型和斑块病变范围均为影响FAI的独立性危险因素($P<0.05$)。结论 基于CCTA可定量评估FAI、冠状动脉粥样硬化斑块特征参数及血管狭窄程度,且斑块的分布血管、类型和病变范围可明显影响血管周围FAI值,临床中应加强对这类患者斑块进展的监测。

【关键词】冠状动脉CT血管成像;脂肪衰减指数;
冠状动脉粥样硬化斑块;冠状动脉疾病;
血管炎症;影像学生物标志物

【中图分类号】R541.4

【文献标识码】A

【基金项目】河南省医学科技攻关计划
项目(LHGJ20190853)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.11.023

Relationship between CCTA Evaluation of FAI Index and Coronary Atherosclerotic Plaque*

YANG Qi-nan*, ZHANG Xue-rui, BAI Han-lin.

Department of Imaging Medicine, The Second People's Hospital of Henan Province, Xinzheng 451191, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the relationship between coronary CT angiography (CCTA) evaluation of fat attenuation index (FAI) and coronary atherosclerotic plaque. **Methods** The data of 120 patients who underwent CCTA examination in our hospital were retrospectively collected from September 2020 to September 2023. According to the presence or absence of coronary plaque, they were divided into plaque group ($n=73$) and non-plaque group ($n=47$). Based on CCTA images, the intelligent auxiliary diagnosis system was used to measure the FAI around the coronary artery. The plaque characteristics and perivascular FAI values of the corresponding segments in plaque group were analyzed, and the relationship between them was analyzed by multivariate Logistic regression. **Results** Compared with non-plaque group, the plaque group had more men, older age, and higher proportions of diabetes mellitus, hypertension and hyperlipidemia ($P<0.05$). There were no statistical differences in body mass index and smoking history between the two groups ($P>0.05$). The FAI values of left anterior descending artery in plaque group and non-plaque group were higher than those of left circumflex artery and right coronary artery ($P<0.05$), and the FAI value of left anterior descending artery was significantly higher in plaque group than that in non-plaque group ($P<0.05$). There were 122 coronary arteries with plaques in plaque group, and plaques were mostly single (55.74%), calcified (49.18%) and localized lesions (84.43%), and the stenosis degree of most vessels was more than 50% (69.67%). There was a statistically significant difference in perivascular FAI value among different plaque types and lesion extents ($P<0.05$), and no statistical difference among different plaque counts and vascular stenosis degrees ($P>0.05$). Logistic regression analysis showed that the plaque vascular distribution, plaque type and plaque lesion extent were independent risk factors for FAI ($P<0.05$). **Conclusion** CCTA can quantitatively evaluate the FAI, characteristic parameters of coronary atherosclerotic plaque and degree of vascular stenosis. The plaque vascular distribution, type and lesion extent can significantly affect perivascular FAI value. The monitoring of plaque progression in such patients should be strengthened in clinical practice.

Keywords: Coronary CT Angiography; Fat Attenuation Index; Coronary Atherosclerotic Plaque; Coronary Artery Disease; Vascular Inflammation; Imaging Biomarkers

冠状动脉疾病(coronary artery disease, CAD)可引发呼吸短促、胸部压迫、胸痛等症状,但多数患者早期症状不明显,而随着疾病进展,逐渐形成的粥样硬化斑块可使管腔产生不同程度的狭窄、甚至阻塞,从而引发一系列严重不良心血管事件威胁患者生命安全^[1]。近年来随着影像技术的快速发展,临床中用于评估冠状动脉粥样硬化严重程度的方法日益增多,其中冠状动脉CT血管造影(coronary computed tomography angioplasty, CCTA)是最常用的检查方法,既能评估斑块特征又能分析血管管腔狭窄程度,但常规CTA成像模式无法解释病情变化,存在一定自身局限性^[2]。正常情况下,冠状动脉周围脂肪组织(pericoronary adipose tissue, PCAT)具有抗炎和抗收缩特性,能够调节血管炎症微环境及血管重构,而当冠状动脉存在炎症时,相应节段的血管周围脂肪生成被抑制,由此获得脂肪衰减指数(fat attenuation index, FAI)这一影像学生物标志物,是心血管病死亡率较为理想的预测指标^[3-4]。目前有关FAI与冠状动脉粥样硬化斑块的关系尚无明确定论,为此本研究旨在基于CCTA检查评估二者之间的关系,具体报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性收集2020年9月至2023年9月于我院接受CCTA检查的120例患者资料,根据冠状动脉有无斑块将其分为有斑块组($n=73$)和无斑块组($n=47$)。

纳入标准:均行CCTA检查;临床及影像学资料完整。排除标准:冠状动脉畸形者;既往先天性心脏病、心肌疾病、心脏瓣膜病、心力衰竭、心梗及心脏肿瘤者;既往心脏大血管、冠状动脉术后;冠脉近-中段有深度超过2mm的纵深型心肌桥者;伴有急/慢性传染性疾病者;严重肝肾功能不全及对比剂过敏者;图像质量差,FAI智能分析系统无法识别者。

1.2 方法

1.2.1 CCTA扫描 所有患者取仰卧位采用256层螺旋CT扫描仪(Revolution CT, GE医疗)在严格屏气状态下进行CCTA图像扫描。扫描前通过肘前静脉通道推注碘对比剂(350mgI/mL, 60-90mL, 德国拜耳耳灵公司),注入速率为3.0-5.8mL/s,随后相同速率注射生理盐水30 mL。当感兴趣区CT值到达阈值(100HU)后5s采用前瞻性心电门控技

【第一作者】杨启楠,女,主治医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: 13592520183@163.com

【通讯作者】杨启楠

术开始图像采集，扫描范围：气管隆突水平下1cm至心脏底部，横位心者适当上移。参数设置：探测器覆盖范围为140mm，管电压(80-120kVp)，管电流根据患者体型自动曝光控制，旋转时间0.28s，重建层厚0.625mm。

1.2.2 CCTA图像分析 扫描结束后将图像传至处理工作站，结合容积再现、曲面重建、多平面重建、最大密度投影等技术及原始横断面图对CCTA 图像相应节段血管的斑块特征和血管周围FAI进行分析。其中斑块特征包括斑块数量、类型、病变范围等。血管周围FAI的CT定量由FAI智能分析系统对感兴趣区血管周围脂肪组织进行自动测量所得，为其平均CT衰减值(HU)，感兴趣区设置为斑块主要分布血管的近端10mm至50mm范围内，以FAI平台期血管直径为参照标准，脂肪组织阈值为-190HU到-30HU。

每例患者分别由2名经验丰富(6年以上工作经验)的放射科医师共同完成检查和分析，意见不统一时则需商讨后给出一致结论。

1.3 统计学分析 应用SPSS 21.0统计进行统计分析，计量资料先行Shapiro-Wilk检验，符合正态分布者以($\bar{x} \pm s$)表示，两组对比行独立t检验，多组对比采用单因素方差分析；计数资料以例或率表示，采用卡方检验；采用Logistic回归分析冠状动脉粥样硬化斑块与FAI的关系。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 有斑块组与无斑块组临床基线资料比较 相较于无斑块组，

有斑块组男性较多、年龄较大，且同时患糖尿病、高血压及高血脂的占比更高(P<0.05)；两组体重指数和吸烟史比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表1。

2.2 有斑块组与无斑块组冠状动脉周围FAI值比较 有斑块组与无斑块组左前降支FAI值均高于左回旋支和右冠状动脉FAI值(P<0.05)，且有斑块组左前降支FAI值明显高于无斑块组(P<0.05)。见表2。

2.3 有斑块组相应节段血管斑块特征分析及血管周围FAI值比较 有斑块组中共有122支冠状动脉内存在斑块，斑块多为单发(55.74%)、钙化(49.18%)、局限性病变(84.43%)，且多数血管狭窄程度超过50%(69.67%)；不同斑块类型、病变范围间的血管周围FAI值比较差异均有统计学意义(P<0.05)，不同斑块数量及血管狭窄程度的血管周围FAI值比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表3。

2.4 冠状动脉粥样硬化斑块影响FAI的多因素Logistic回归分析 以冠状动脉周围FAI值为因变量，斑块分布血管、斑块特征及血管狭窄程度为自变量进行多元Logistic回归分析，结果显示斑块的分布血管、斑块类型和斑块病变范围均为影响FAI的独立性危险因素(P<0.05)。见表4。

2.5 典型病例图 患者乔某，男，61岁，CCTA示左前降支近段多发局限性充盈缺损(管腔狭窄约35-60%)，左回旋支近中段及远段局部充盈缺损(管腔狭窄约32%、79%)，右冠状动脉近中段局部充盈缺损(管腔狭窄约40%、36%)，患者冠状动脉CCTA影像图见图1。

表1 有斑块组与无斑块组临床基线资料比较[例数(%)]				
项目	有斑块组(n=73)	无斑块组(n=47)	t/ χ^2	P
性别(男, %)	47(64.38)	20(42.55)	5.526	0.019
年龄(岁)	59.65±7.54	54.42±6.87	3.836	<0.001
体重指数(kg/m²)	24.19±2.24	23.61±1.85	1.479	0.142
CAD危险因素(例)				
糖尿病	19(26.03)	4(8.51)	5.663	0.017
高血压	36(49.32)	8(17.02)	12.840	<0.001
高血脂	38(52.05)	8(17.02)	14.845	<0.001
吸烟史	17(23.29)	9(19.15)	0.289	0.591

表3 有斑块组相应节段血管斑块特征分析及血管周围FAI值比较				
项目	支数(%)	FAI(HU)	t	P
斑块数量				
单发	68(55.74)	-80.61±7.55	1.338	0.186
多发	54(44.26)	-78.73±7.91		
斑块类型				
非钙化斑块	32(26.23)	-76.28±8.03 ^a	3.565	0.031
混合斑块	30(24.59)	-78.46±7.82 ^{ab}		
钙化斑块	60(49.18)	-81.03±8.64		
斑块病变范围				
局限性	103(84.43)	-83.41±9.17	3.134	0.047
节段性	14(11.48)	-79.07±8.55		
弥漫性	5(4.09)	-75.19±8.33		
血管狭窄程度				
<50%	37(30.33)	-79.59±8.03	0.834	0.406
≥50%	85(69.67)	-78.12±9.31		

表2 有斑块组与无斑块组冠状动脉周围FAI值比较(HU)				
项目	有斑块组(n=73)	无斑块组(n=47)	t	P
左前降支	-74.02±7.51	-77.86±7.24	2.773	0.006
左回旋支	-75.67±8.49 ^a	-77.23±8.92 ^a	0.963	0.337
右冠状动脉	-80.43±10.83 ^a	-83.07±11.59 ^a	1.268	0.207

注：与左前降支比较，^aP<0.05。

表4 冠状动脉粥样硬化斑块影响FAI的多因素Logistic回归分析						
因素	β值	S.E	Wald χ^2 值	OR值	95%CI	P值
分布血管	0.439	0.216	4.131	1.551	1.016~2.369	0.043
斑块数量	0.141	0.119	1.404	1.151	0.912~1.454	0.237
斑块类型	0.658	0.297	4.908	1.931	1.079~3.456	0.027
斑块病变范围	0.845	0.366	5.330	2.328	1.136~4.770	0.021
血管狭窄程度	0.275	0.181	2.308	1.317	0.923~1.877	0.129

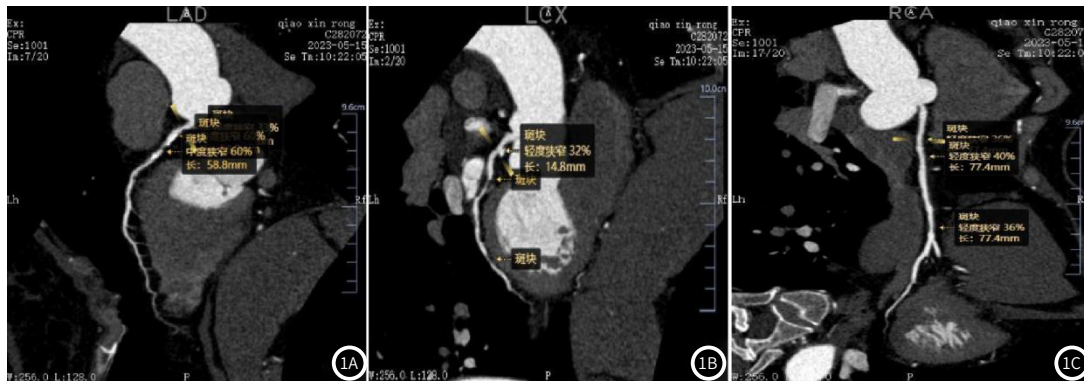


图1A-图1C 冠状动脉粥样硬化斑块者CCTA影像图。1A为左前降支CCTA影像图；1B为左回旋支CCTA影像图；1C为右冠状动脉支CCTA影像图。

3 讨论

大量研究发现，冠状动脉血管炎症与斑块性质及CAD的发生发展密切相关，且具有特征性的早期改变，是临床治疗CAD的重要靶点之一^[5-6]。而常见的炎症标志物如超敏C反应蛋白、白细胞计数等用于检测冠状动脉炎症时虽敏感，但易受其他局部或全身性炎症性疾病影响，加之无法定位病变血管和判断其严重程度，从而缺乏早期提示和预测作用^[7]。冠状动脉造影既能对病变血管进行检查又能同时完成治疗，是公认的CAD诊断“金标准”，但该方法属于有创检查，有术后并发症发生的可能，且在评估斑块易损性和对高危人群方面作用有限^[8]。因此，寻找合适的检查方式及时了解冠状动脉粥样硬化斑块的初期改变对改善患者整体预后具有重要意义。

本研究结果显示相较于无斑块组，有斑块组男性较多、年龄较大，且同时患糖尿病、高血压及高血脂的占比更高，这可能与CAD的发病风险有关，与苏健康等^[9]的研究结果基本一致。研究发现，促炎细胞因子可诱导发炎的动脉壁脂肪分解，进而防止血管周围脂质积聚，抑制脂肪生成，而发炎的动脉壁微血管通透性发生改变，血管周围水肿并存，从而导致PCAT密度增加，故FAI可用于反映冠状动脉炎症的存在^[10]。通过CCTA测量FAI值则在结合人工智能算法的基础上，既提高了FAI测量的可重复性，提升预测价值，又减少了测量流程的复杂性及时间成本，利于对更多的患者进行CAD风险预测^[11]。已有文献表明，在血管炎症情况下，基于CCTA测量的FAI值增加^[12]。本研究发现有斑块组左前降支FAI值明显高于无斑块组，确切表明了冠状动脉管腔内有斑块者血管周围FAI值更高，与上述研究结论相似。

本研究结果还显示有斑块组中冠状动脉内的斑块多为单发、钙化、局限性病变，血管狭窄程度多数超过50%，且不同斑块类型、病变范围间的血管周围FAI值差异均显著。进一步分析发现，斑块的分布血管、斑块类型和斑块病变范围均为影响FAI的独立性危险因素。考虑原因可能是左前降支近段血管周围FAI值可反映血管在没有严重狭窄情况下的整个冠状动脉炎症情况^[13]；而非钙化斑块内具有较明显的局灶性炎症和较大的坏死核心，与冠脉炎症的相关性较强^[14]；呈弥漫性病变斑块的范围超过3cm，而病变范围越大则反映受累的血管长度越长^[15]，这些因素占比增加皆可能对相应节段内血管周围FAI值造成影响，建议临床中应加强对这类患者斑块进展的监测，做好CAD的风险管理。

综上所述，基于CCTA可定量评估FAI、冠状动脉粥样硬化斑块特征参数及血管狭窄程度，且斑块的分布血管、类型和病变范围可明显影响血管周围FAI值，临床中应加强对这类患者斑块进展的监测。本研究亦有不足之处，如本研究为小样本、单中心的回顾性分析，在选择上可能存在偏倚，且FAI值的测量仅限于冠脉三大分支中斑块所在节段，暂未收集患者随访的CCTA图像等，后续还需进行大型研究进一步验证结论的普适性和可靠性。

参考文献

- [1] 郭季忻,高永成,马刚.改良高强度间歇运动在冠状动脉疾病患者心脏康复中的应用研究[J].中华物理医学与康复杂志,2023,45(1):42-47.
- [2] 罗帆,田婷,罗俊一.冠状动脉CT血管成像与非梗阻性冠状动脉疾病患者预后的关系[J].中国心血管病研究,2023,21(4):309-316.
- [3] 蔡伟标,李健民,梁日明,等.心外膜脂肪组织厚度对冠心病的预测价值[J].罕少疾病杂志,2018,25(4):17-18,24.
- [4] 张润知,顾慧,李亚妮,等.449例患者冠状动脉周围脂肪衰减指数与CT高危斑块及狭窄程度的关联[J].山东大学学报(医学版),2023,61(1):27-31.
- [5] 房伟,方艳辉,耿巍,等.冠心病患者血浆致动脉硬化指数及炎症因子水平与冠状动脉钙化严重程度的相关性[J].中国医师杂志,2022,24(9):1368-1372.
- [6] 田宁,郑波,王冬梅,等.基于人工智能的冠状动脉周围脂肪含量初步研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(7):69-70.
- [7] 赵忠平,刘虎,盛红专.HDL-C/ApoA1、MCP-1水平与中青年冠心病患者病变程度及炎症反应的相关性[J].中国现代医学杂志,2023,33(16):49-54.
- [8] 许湘,陈香,唐男男,等.双源CT造影对冠心病诊断及经皮冠状动脉介入治疗支架内再狭窄评估的价值分析[J].中国医学装备,2023,20(3):65-68.
- [9] 苏健康,朱开权,李路.血清尿酸水平与老年冠心病患者易感风险因素的相关性研究[J].中华老年医学杂志,2020,39(3):282-286.
- [10] 陈灿,陶青,陈蒙,等.基于冠状动脉CT钙化积分图像与血管成像测量冠状动脉周围脂肪衰减指数的对比研究[J].中华放射学杂志,2022,56(3):254-258.
- [11] 唐异蓓,张卡雄,赵磊,等.基于CCTA冠状动脉周围脂肪衰减指数应用于高危可疑冠心病评估的可行性研究[J].医学研究杂志,2022,51(2):47-51.
- [12] 孙嘉晨,景梦园,李政晓,等.冠状动脉周围脂肪衰减指数与冠状动脉钙化的相关性研究[J].兰州大学学报(医学版),2022,48(8):40-43,48.
- [13] 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.
- [14] 刘晓澄,江杰,李俊,等.基于CT冠状动脉周围脂肪测量对冠状动脉非钙化斑块风险分层的价值初探[J].放射学实践,2023,38(7):879-883.
- [15] 刘超,魏志强,何翔,等.颈动脉超声检查对糖尿病合并冠心病患者的应用价值研究[J].解放军医药杂志,2019,31(5):75-77.

(收稿日期:2023-11-03)

(校对编辑:韩敏求)