论著·胸部

基于CCTA定量分析ACS与SCAD冠状动脉斑块成分及负荷特征*

史志伟*

太原市中心医院影像科 (山西太原 030012)

【摘要】目的 基于冠状动脉CT血管成像(CCTA)定量分析急性冠脉综合征(ACS)与稳定性冠心病(SCAD)冠状动脉斑块成分及负荷特征。**方法** 回顾性收集2020年12月至2023年12月期间我院收治的冠心病患者118例,根据其具体病理改变将其分为ACS组(n=56)与SCAD组(n=62)。收集两组患者性别、年龄、BMI等一般资料以及CCTA等检查资料,比较两组冠状动脉斑块成分及负荷。**结果** 两组患者斑块总体积(TPV)、钙化成分体积(CPV)、钙化成分负荷(CPB)、纤维成分体积(FPV)、纤维成分负荷(FPB)、脂质成分体积(LPV)差异无统计学意义($P>0.05$);ACS组总斑块负荷(TPB)、脂质成分负荷(LPB)高于SCAD组($P<0.05$);ACS组CT易损特征中点状钙化、正向重构以及低密度斑块的比例均较SCAD组高,且CT高危斑块比例也相对更高($P<0.05$)。**结论** 基于CCTA定量分析ACS与SCAD冠状动脉斑块成分及负荷特征发现,ACS患者不稳定斑块及高危斑块发生风险更高。

【关键词】 CCTA; ACS; SCAD;
冠状动脉; 斑块成分; 斑块负荷

【中图分类号】 R543.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 山西省医学重点科研项目(2021XM31)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.06.024

Quantitative Analysis of the Composition and Load Characteristics of Coronary Artery Plaques in ACS and SCAD Based on CCTA*

SHI Zhi-wei*

Department of Imaging, Taiyuan Central Hospital, Taiyuan 030012, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To quantitatively analyze the composition and load characteristics of coronary artery plaques in acute coronary syndrome (ACS) and stable coronary heart disease (SCAD) based on coronary CT angiography (CCTA). **Methods** A retrospective study was conducted. 118 patients with coronary heart disease admitted to the hospital from December 2020 to December 2023 were enrolled in this study. Based on pathological changes, the patients were divided into ACS group (n=56) and SCAD group (n=62). General information such as gender, age and BMI, and CCTA data of the two groups of patients were collected. The composition and load of coronary artery plaques were compared between the two groups. **Results** There was no statistically significant difference in total plaque volume (TPV), calcified plaque volume (CPV), calcified plaque burden (CPB), fiber plaque volume (FPV), fiber plaque burden (FPB), or lipid plaque volume (LPV) between the two groups ($P>0.05$). Total plaque burden (TPB) and lipid plaque burden (LPB) in ACS group were higher than those in SCAD group ($P<0.05$). The proportions of punctate calcification, positive remodeling, and low-density plaques in vulnerable CT features of ACS group were higher than those in SCAD group, so did the proportion of high-risk plaques ($P<0.05$). **Conclusion** Quantitative analysis of the composition and load characteristics of coronary artery plaques in ACS and SCAD based on CCTA found that patients with ACS have a higher risk of developing unstable and high-risk plaques.

Keywords: CCTA; ACS; SCAD; Coronary Artery; Plaque Composition; Plaque Load

急性冠脉综合征(ACS)为心血管系统常见急危重症病变,可诱发不良心血管事件,其通常发病较急,病情进展较快,且死亡率也处于较高水平^[1]。冠脉粥样硬化病变是ACS的重要诱因之一,其病理基础主要为患者冠状动脉发生粥样硬化后,病灶处不稳定斑块出现破裂,形成血栓,对其动脉管腔造成不完全甚至完全阻塞,从而引发急性心肌梗死,诱发疾病^[2-3]。因此及时对冠状动脉粥样硬化患者体内的不稳定斑块进行识别和干预,对于降低因ACS而引发的不良心血管事件发生风险具有重要临床意义^[4]。冠状动脉CT血管成像(CCTA)为现阶段临床常用于诊断冠心病的影像学手段,其相对于既往超声内镜等检查手段具有无创优势,且有利于临床对患者冠状动脉管径狭窄程度进行评估^[5]。而近年来,随着科技水平的发展和进步,对于冠状动脉粥样硬化斑块量化分析的软件应用而生,其可帮助临床对患者动脉管壁附着的斑块信息进行显示,促使CCTA的临床应用价值进一步提升^[6]。但目前关于CCTA定量分析冠状动脉斑块成分与负荷特征的相关研究尚且较少,临床对其应用价值尚未统一意见。基于此,本研究通过对基于CCTA定量分析ACS与稳定性冠心病(SCAD)冠状动脉斑块成分及负荷特征进行探讨,从而进一步分析CCTA的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2020年12月至2023年12月期间我院收治的冠心病患者118例,其中男66例,年龄43~80岁。根据其具体病理改变将其分为ACS组(n=56)与SCAD组(n=62)。

纳入标准: 两组患者临床诊断均符合ACS^[7]及SCAD^[8]相关诊断标准;均自愿接受CCTA检查;病历资料完整。**排除标准:** 患者冠状动脉已出现严重钙化或完全闭塞;陈旧性心肌梗死;存在冠状动脉搭桥或支架手术史;甲状腺功能亢进者;肝肾功能不全者;CCTA检查图像质量不佳者。

1.2 方法 收集两组患者性别、年龄、BMI等一般资料以及CCTA等检查资料,其中CCTA具体检测方法如下:以CT(GE 256排Revolution)作为扫描仪器,除低血压患者外,其他患者在扫描开始前先于舌下使用硝酸甘油,同时练习屏气。扫描开始后先设置设备扫描速率为3.5~5.5mL/s,然后向待检患者手臂通过静脉注射注入非离子性碘海醇对比剂60mL-75mL以及0.9%氯化钠注射液30~55mL。借助对比剂示踪法,对患者主动脉根CT值进行监测,至其值升至100Hu时,延迟5s扫描,根据患者的心率和呼吸情况进行回顾性或前瞻性心电门控。设置扫描层厚为0.75mm,设置扫描管电压为70~120kV。通过仪器对患者最佳收缩期和舒张期图像进行重建,并将扫描数据传输于后处理工作站完成图像分析。

1.3 扫描数据分析 将患者检测CCTA图像导入工作站后通过半自动斑块定量分析软件对图像进行定量分析,先对患者斑块各成分进行特异性CT阈值设定:将斑块内患者的纤维成分CT值设定为31~130HU,将钙化成分CT值设定为131~1300HU,将脂质成分设定为-100~30HU。通过手动方式对斑块的两端进行明确,接着由软件自动对管腔中心

【第一作者】史志伟,男,主治医师,主要研究方向:心脑血管疾病。E-mail: shizhiwei1981@163.com

【通讯作者】史志伟

线及内外轮廓进行识别,若自动化标注不准确或与实际不符,则进行手动校正。软件对患者斑块各成分定量指标进行自动计算,主要包括斑块总体积(TPV)、总斑块负荷(TPB)、钙化成分体积(CPV)、非钙化成分体积(NCPV)、钙化成分负荷(CPB)、非钙化成分负荷(NCPB)、纤维成分体积(FPV)、纤维成分负荷(FPB)、脂质成分体积(LPV)、脂质成分负荷(LPB)。

冠状动脉高危斑块存在4个CT易损特征:(1)点状钙化,存在与脉管长轴平行的刮花斑块,直径小于3mm;(2)正向重构,斑块所处血管外轮廓最大直径较其近端与远端血管外轮廓直径平均值的10%大;(3)低密度斑块,斑块CT值低于30HU的脂性斑块;(4)餐巾环征,即该板块内部成分为低密度物质,外周环绕成分为高密度物质,从而形成餐巾环样征象。当患者冠状动脉粥样硬化斑块存在2个及以上CT易损特征时即可定义为CT高危斑块。

1.4 统计学方法 经SPSS 25.0处理和分析本研究数据,对其中计数资料以n(%)呈现,并行卡方检验;对计量资料以($\bar{x} \pm s$)呈现,并行t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较 两组一般资料相比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。详见下表1。

2.2 两组斑块定量分析比较 两组患者TPV、CPV、CPB、FPV、FPB、LPV差异无统计学意义($P > 0.05$);ACS组TPV、LPB高于SCAD组($P < 0.05$)。详见下表2。

2.3 两组冠状动脉粥样硬化斑块CT易损特征 ACS组CT易损特征中点状钙化、正向重构以及低密度斑块的比例均较SCAD组高,且CT高危斑块比例也相对更高($P < 0.05$)。详见下表3。

表1 两组一般资料比较[n(%)]

一般资料	ACS(n=56)	SCAD(n=62)	χ^2/t	P	
性别	男	31(55.36)	35(56.45)	0.014	0.905
	女	25(44.64)	27(43.55)		
年龄	64.47±5.11	65.02±5.43	0.565	0.573	
BMI(kg/m ²)	24.06±1.03	24.03±1.05	0.156	0.876	
高血压	是	30(53.37)	38(61.29)	0.718	0.397
	否	26(46.43)	24(38.71)		
糖尿病	是	23(41.07)	28(45.16)	0.201	0.654
	否	33(58.93)	34(54.84)		
高血脂	是	20(35.71)	21(33.87)	0.044	0.834
	否	36(64.29)	41(66.13)		
吸烟史	是	13(23.21)	19(30.65)	0.822	0.365
	否	43(76.79)	43(69.35)		
饮酒史	是	15(26.79)	22(35.48)	1.034	0.309
	否	41(73.21)	40(64.52)		
甘油三酯(mmol/L)	1.45±0.23	1.41±0.19	1.034	0.304	
高密度脂蛋白(mmol/L)	1.02±0.09	1.05±0.08	1.917	0.058	
低密度脂蛋白(mmol/L)	2.62±0.15	2.58±0.21	1.179	0.241	

表2 两组斑块定量分析比较

分组	例数	TPV(mm ³)	TPB(%)	CPV(mm ³)	CPB(%)
ACS	56	246.83±31.69	60.52±10.33	12.96±3.13	5.25±2.03
SCAD	62	237.72±29.05	52.08±12.42	14.02±3.06	5.91±2.11
t		1.629	3.989	1.859	1.727
P		0.106	0.000	0.066	0.087

续表2

分组	例数	FPV(mm ³)	FPB(%)	LPV(mm ³)	LPB(%)
ACS	56	155.16±18.42	62.14±3.05	75.42±22.33	17.91±2.06
SCAD	62	149.55±20.03	62.94±4.08	69.56±25.41	14.20±2.13
t		1.578	1.196	1.325	9.596
P		0.117	0.234	0.188	0.000

表3 两组冠状动脉粥样硬化斑块CT易损特征[n(%)]

分组	例数	点状钙化	正向重构	低密度斑块	餐巾环征	CT高危斑块
ACS	56	29(51.79)	25(44.64)	9(16.07)	10(17.86)	17(37.50)
SCAD	62	17(27.42)	16(25.81)	3(4.84)	6(9.68)	12(17.74)
t		7.344	4.605	4.064	1.680	5.812
P		0.007	0.032	0.044	0.195	0.016

3 讨论

ACS主要病因为急性心肌缺血，而冠状动脉粥样硬化斑块破裂导致血管堵塞是心肌缺血的主要病理基础，因此对患者冠状动脉粥样硬化斑块性质进行分析对于患者病情评估以及不良事件的预防均具有重要指导价值^[9-10]。而本研究主要借助CCTA检查，对比分析ACS患者与SCAD患者冠状动脉粥样硬化斑块成分及负荷特征。

临床常规以目测方式定性评估CCTA斑块特征与狭窄程度，而近年来随着影像处理和分析技术的不断进步，基于CCTA定量分析软件已可以对患者的动脉粥样硬化斑块进行成分等定量分析^[11-12]。而本研究结果显示，两组患者TPV、CPV、CPB、FPV、FPB、LPV差异无统计学意义；ACS组TPB、LPB高于SCAD组，结果表明ACS患者与SCAD患者冠状动脉粥样硬化斑块成分差异较小，但不同斑块成分负荷存在差异。ACS患者冠脉动脉斑块通常富含巨噬细胞等炎性细胞，处于斑块和血液之间的纤维帽也相对较为菲薄，故斑块分泌的蛋白酶与组织因子容易使纤维膜被溶解，从而导致斑块失去稳定性而破裂，造成血栓堵塞血管，进而使不良心血管事件发生风险升高^[13-14]。SCAD患者冠状动脉粥样硬化斑块中钙化成分相对ACS更大，而钙化斑块成分多以羟基磷灰石为主，其与动脉粥样硬化斑块的炎性成分并不相关，因此斑块也相对更加稳定^[15-16]。既往有研究^[17]表示相较于SCAD患者，ACS患者斑块钙化成分体积相对更小，脂质成分体积相对更大，CT衰减值夜相对更低。同时也有研究^[18]表示，CT衰减值较低是冠状动脉粥样硬化斑块脂质核心的主要影像学特征。冠状动脉周围组织在功能失调时可导致炎性细胞因子大量分泌，且直接于冠状动脉管壁形成损伤，从而诱导冠状动脉发生粥样硬化病变，进而导致冠心病等心血管事件^[19]。有研究^[20]表示冠状动脉周围脂肪组织对急性冠状动脉粥样硬化斑块破裂风险具有一定预测价值，且对于潜在高风险斑块存在一定识别作用。上述研究均可提示，ACS患者脂质等非钙化斑块占比较多，冠脉动脉粥样硬化周围通常存在较为严重的炎性病变，可对动脉粥样硬化进展以及不稳定斑块的破裂产生促进作用，因此更需要临床重点关注。

本研究结果也显示，ACS组CT易损特征中点状钙化、正向重构以及低密度斑块的比例均较SCAD组高，且CT高危斑块比例也相对更高。其中正向重构征象主要指患者冠状动脉粥样硬化斑块过程中动脉管腔因血流动力学影响，其结构发生的代偿性改变^[21]。在早期阶段，动脉管腔正向重构通过代偿性调节管腔狭窄程度，可对动脉形成一定保护作用，减少动脉粥样硬化斑块对管腔的侵犯程度。但有研究发现，冠脉动脉正向重构与ACS的发生发展存在一定相关性^[22]。但目前关于正向重构与ACS的具体联系尚未明确，临床多认为与动脉粥样硬化斑块成分相关，ACS斑块主要以非钙化斑块成分为主，因此血管重构发生风险相对较高。而随着患者病情进展，斑块内钙盐逐渐沉积，管腔进入失代偿状态，其正向重构则转向负向重构^[23]。而低密度斑块则提示为非钙化斑块，其也可促使冠状动脉管腔出现正向重构的风险升高。因此患者冠状动脉粥样硬化斑块CT征象与斑块成分存在一定联系，但其具体机制目前临床尚处于研究中。

近年来随着CT检查技术的不断发展，CCTA检查方法因无创、高效、分辨率高等优势逐渐在临床得到重视。但本研究尚存在不足，其中研究量选取有限，且未设置随访观察，无法对CCTA检测识别的高危斑块的发展和结局进行评估。

综上所述，经CCTA斑块定量分析检测冠状动脉斑块成分提示，ACS患者与SCAD患者斑块具体成分无明显差异，但ACS相较于SCAD具有更高的脂质成分负荷，高危斑块风险也相对更高，临床需及时予以重点关注。

参考文献

- [1] 王宏宇, 付茜, 苏福祥. 载脂蛋白B/载脂蛋白A1比值与急性冠脉综合征患者冠状动脉多支病变及斑块易损性的相关性[J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(7): 577-582.
- [2] 高扬, 王贇霞, 张优, 等. <45岁急性冠脉综合征患者中超高危冠状动脉粥样硬化性心脏病人群降脂治疗后血脂达标率及影响因素研究[J]. 中国全科医学, 2023, 26(27): 3383-3387, 3410.
- [3] 金银桥, 屈瑾妍, 吴瑶, 等. 血小板形态参数与急性冠状动脉综合征患者冠状动脉病变严重程度的相关性[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(10): 879-884.
- [4] 张媛媛, 张永林, 孔悦, 等. 256层螺旋CT联合NLR及D-二聚体检测诊断冠脉斑块稳定性的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(1): 92-94.
- [5] 丁墩, 何拓, 郭西园, 等. 基于CCTA数据扩展重建对房颤合并冠心病患者肺静脉成像的可行性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 36-38.
- [6] 李猛, 陈亚明, 胡波, 等. 基于冠脉CT血管成像的人工智能平台在检测老年冠脉病变及冠状动脉狭窄程度评估中的应用价值[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(10): 2316-2319.
- [7] 世界华人检验与病理医师协会, 中国医师协会检验医师分会心血管检验医学专业委员会. 血小板功能检测在急性冠脉综合征患者抗血小板治疗中的应用专家共识[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(22): 1743-1751.
- [8] 中华医学会老年医学分会, 75岁及以上稳定性冠心病患者运动康复中国专家共识写作组. 75岁及以上稳定性冠心病患者运动康复中国专家共识[J]. 中国综合临床, 2018, 34(2): 97-104.
- [9] 何土强. 急性冠脉综合征患者N-proBNP, hs-CRP水平变化及其相关性分析[J]. 罕少疾病杂志, 2019, 26(5): 32-34.
- [10] 马丞慧, 江珊, 于洪伟. 依洛尤单抗注射液联合阿托伐他汀钙片治疗超高危急性冠状动脉综合征患者的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2023, 39(5): 611-615.
- [11] 董小波, 张仲慧, 郭庆乐. 单光子发射计算机断层成像术心肌灌注显像联合冠状动脉CT血管成像诊断冠心病的临床应用[J]. 岭南心血管病杂志, 2023, 29(1): 30-34.
- [12] 赵娜, 高扬, 徐波, 等. 基于冠状动脉CT血管成像的狭窄率与斑块特征联合分析对提高CT诊断心肌缺血效能的价值[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(1): 40-47.
- [13] 巨名飞, 刘超, 刘佳梅, 等. 急性冠状动脉综合征患者残余胆固醇水平与冠状动脉狭窄严重程度的相关性[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(1): 71-75.
- [14] 刘晓怡, 孙超, 程瑾, 等. 冠状动脉周围脂肪参数联合临床指标预测急性冠状动脉综合征主要不良心血管事件[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(8): 1191-1195.
- [15] 王蔚然, 王玺, 寇国华, 等. 急性冠脉综合征患者冠状动脉计算机断层扫描血管成像斑块定量分析的对比研究[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2022, 21(9): 665-669.
- [16] 巩杨超, 刘成峰, 王西强, 等. 游离三碘甲状腺原氨酸水平与稳定性冠心病患者冠状动脉斑块易损性及多支病变的关系[J]. 实用心脑血管病杂志, 2023, 31(4): 26-30.
- [17] 穆玥, 韩婷婷, 洪叶, 等. CCTA斑块定量参数及无创血流储备分数对急性冠脉综合征的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2021, 32(4): 262-266.
- [18] 马雪妍, 侯佳蒙, 张永高. 基于CCTA的斑块及冠状动脉周围脂肪特征对非梗阻性心肌缺血的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(2): 252-257.
- [19] 张润娟, 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.
- [20] 彭超, 刘羽, 黄英, 等. 冠心病患者脂代谢生化参数及斑块特征与冠脉CTA血流储备分数的相关性[J]. 西部医学, 2023, 35(3): 449-452, 458.
- [21] 韩婷婷, 穆玥, 洪叶, 等. CCTA定量斑块特征及血管周围脂肪在急性冠脉综合征中的临床价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(3): 361-365.
- [22] 应伟峰, 陈穹, 张莹, 等. 冠状动脉易损与非易损斑块的冠周与主动脉根部心外膜脂肪CT衰减指数比值差异[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(8): 818-823.
- [23] 张芳, 刘四斌, 谢中凯. MR-VWI技术评价症状性颈动脉斑块易损特征的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(10): 56-59.

(收稿日期: 2024-04-02)

(校对编辑: 翁佳鸿)