

论 著

CCTA技术下斑块定量分析预测冠心病患者斑块进展的价值*

史东星 王道清 张 卉
李艳若 程留慧*河南中医药大学第一附属医院放射科
(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 研究冠状动脉CT血管造影(CCTA)技术下斑块定量分析预测冠心病患者斑块进展的价值。方法 回顾性分析2019年5月至2020年5月在我院接受治疗的230例冠心病患者临床资料,按照其1年随访后斑块进展情况将其分为进展组(n=90)和无进展组(n=140),比较两组首次检测CCTA时斑块长度、斑块总体积、钙化斑块体积、非钙化斑块体积、斑块负荷、重塑指数、狭窄程度,利用ROC分析斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的价值,比较两组预后情况。结果 进展组斑块总体积、非钙化斑块体积、重塑指数、狭窄程度显著高于无进展组,差异有统计学意义($P<0.05$)。经ROC分析,斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的曲线下面积分别为0.778、0.768、0.901、0.837。进展组心源性死亡、脑卒中、非致死性心肌梗死发生率显著高于无进展组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 CCTA技术下斑块定量分析预测冠心病患者斑块进展有较高价值,值得临床应用。

【关键词】冠状动脉CT血管造影;冠心病;斑块进展;斑块定量分析

【中图分类号】R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】河南省中医药研究专项(20-21ZY1021)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.02.026

Value of Plaque Quantitative Analysis in Predicting Plaque Progression in Patients with Coronary Heart Disease by CCTA*

SHI Dong-xing, WANG Dao-qing, Zhang Hui, Li Yan-ruo, Cheng Liu-hui*.

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To study the value of quantitative analysis of plaque under coronary CT angiography (CCTA) in predicting plaque progression in patients with coronary heart disease. **Methods** The clinical data of 230 patients with coronary heart disease treated in our hospital from May 2019 to May 2020 were retrospectively analyzed. According to the plaque progression after one-year follow-up, they were divided into progressive group (n=90) and non progressive group (n=140). Plaque length, total plaque volume, calcified plaque volume, non calcified plaque volume, plaque load, remodeling index and stenosis degree were compared between the two groups, ROC was used to analyze the value of total plaque volume, non calcification volume, remodeling index and stenosis degree in predicting plaque progression in patients with coronary heart disease. **Results** The total volume, volume, remodeling index and stenosis degree of the plaque in the progression group were significantly higher than those in the non calcified plaque group ($P<0.05$). ROC analysis showed that the area under the curve of total plaque volume, non calcification volume, remodeling index and stenosis degree were 0.778, 0.768, 0.901 and 0.837, respectively. The incidence of cardiac death, stroke and non fatal myocardial infarction in the progressive group was significantly higher than that in the non progressive group ($P<0.05$). **Conclusion** The quantitative analysis of plaque under CCTA technology has high value in predicting plaque progression in patients with coronary heart disease, which is worthy of clinical application.

Keywords: Coronary CT Angiography; Coronary Heart Disease; Plaque Progression; Quantitative Analysis of Plaque

心血管疾病作为威胁全球公众健康的重要非感染性疾病,是我国重大公共卫生问题,近年来发病率及死亡率呈逐年上升趋势^[1]。冠心病作为一种因冠状动脉粥样硬化病变引起的疾病,冠状动脉斑块参与疾病发生及发展的全过程^[2]。目前临床常应用侵入性冠状动脉造影术来对冠心病患者冠脉粥样硬化斑块所造成的血管腔狭窄进行判断,但由于其有创操作会对患者造成损伤,且不能有效了解冠脉斑块成分,因而还需寻找一种行之有效的检测方案^[3]。随着近年CT影像技术在临床的飞速发展,冠状动脉CT血管造影(CCTA)成为评价冠心病较为常见的无创影像学检查手段,但有关其对冠心病患者斑块进展的研究还需进一步深入探讨^[4]。目前CCTA技术下斑块定量分析可提供多种定量参数,能对斑块定性和定量进行评估,因而可对其斑块进展进行评价^[5]。本研究探讨CCTA技术下斑块定量分析预测冠心病患者斑块进展的价值,现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 基础资料 回顾性分析2019年5月到2020年5月在我院接受治疗的230例冠心病患者临床资料,按照其1年随访后斑块进展情况将其分为进展组(n=90)和无进展组(n=140),其中进展组:男56例,女34例,年龄45~80岁,平均(62.34±4.34)岁;基础疾病包括高血压33例,糖尿病25例,高血脂22例,其它10例;无进展组:男91例,女49例,年龄45~80岁,平均(61.86±4.29)岁;基础疾病包括高血压61例,糖尿病33例,高血脂30例,其它16例;比较两组基线资料,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

纳入标准:参照《冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的中国专家共识》^[6]有关标准,所有冠心病患者均被确诊,既往有心肌梗死病史或心绞痛症状;45~80岁;患者临床资料完整。排除标准:检查期间接受手术治疗者;其它器质性心脏病或脑、肝、肾功能存在明显异常;CCTA间隔时间半年内;凝血障碍或出血倾向者;合并恶性肿瘤或不能完成随访。

1.2 方法 (1)CCTA扫描方案:患者参与检查前进行常规禁止饮食管理,扫描前口服硝酸甘油扩张冠脉,控制心率<90次/min。先进行冠状动脉钙化积分平扫,后进行心电门控CCTA检查,管电压100~120kV,管电流100~300mAs,准直器宽度128×0.625mm, X线管转速0.27s/转,矩阵512×512;进行CCTA门控检查前以4~5mL/s速率注射非离子型对比剂碘佛醇50~70mL,接着再注入0.9%氯化钠溶液50mL,延迟时间采用人工智能触发扫描,主肺动脉窗水平的升主动脉设为动态检测区,CT值达到150HU后延迟6s自动触发扫描;仪器为德国西门子公司生产的第二代双源CT所有完成采集的CCTA图像数据均被传输到后处理工作站用于图像分析。(2)CCTA图像分析:软件定量分析斑块,该软件可通过自动提取冠状动脉树对病变血管的斑块进行分析,自动识别管腔内外径,由2

【第一作者】史东星,男,副主任技师,主要研究方向:放射技术。E-mail: mhjsmh1@163.com

【通讯作者】程留慧,男,副主任医师,主要研究方向:放射诊断。E-mail: chengliuhui2006@sina.com

名10年以上资质影像学医师评估CCTA图像，重复3次后计算平均值，定量分析病变长度、斑块成分、高危斑块特征；将斑块进展定义为斑块负荷变化率[(1年后随访时斑块负荷-首次检查时斑块负荷)/首次检查时斑块负荷×100%]>1%。

1.3 观察指标 (1)比较两组首次检查时斑块长度、斑块总体积、钙化斑块体积、非钙化斑块体积、斑块负荷、重塑指数、狭窄程度；斑块成分包括脂质斑块(-100~30HU)、纤维斑块(31~150HU)、钙化斑块(151~350HU)，非钙化斑块体积=脂质斑块体积+纤维斑块体积，钙化及非钙化斑块体积总数为总斑块体积；重塑指数为冠脉最狭窄处管腔面积/近远端参考血管面积的平均值；斑块负荷=斑块体积/血管体积；狭窄程度=(近端正常管腔面积-最窄处管腔面积)/近端正常管腔面积^[7]。(2)利用ROC分析斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的价值。(3)比较两组预后情况，分别对两组进行为期一年的预后情况随访，前3个月每2个星期嘱患者来院进行检查，后9个月每2个星期通过电话进行随访，了解患者身体状况，包括心源性死亡、脑卒中、非致死性心肌梗死、非计划血运重建发生情况。

1.4 统计学方法 应用SPSS 22.0统计软件处理数据，计数资料用百分比(%)表示，采用 χ^2 检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较采用t检验，利用ROC分析斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的价值， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组斑块定量分析指标情况比较 进展组斑块总体积、非钙化斑块体积、重塑指数、狭窄程度显著高于无进展组，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表1。两组首次CCTA斑块定量参数及1年后CCTA斑块定量参数图像见图1、图2。

2.2 斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的ROC分析 经ROC分析，斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的曲线下面积分别为0.778、0.768、0.901、0.837，见表2。斑块总体积、

非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的ROC曲线图见图3~图6。

2.3 两组预后情况比较 进展组心源性死亡、脑卒中、非致死性心肌梗死发生率显著高于无进展组，差异有统计学意义($P<0.05$)，见表3。

3 讨论

随着冠状动脉粥样硬化斑块病理进程研究的渗入，较多证据显示急性冠脉综合征发病主要机制是易损的单个罪犯斑块发生破裂，促使原位的急性血栓形成，导致急性冠脉事件发生^[8]。随着CT影响技术的快速发展，CCTA逐渐成为评价冠心病的首选无创检查，CCTA能通过促进增强造影剂充盈的管腔组织重建，使得管腔与血管壁、周围组织可以被准确区分，从多角度重建平面、曲面进行斑块观测和管腔评估，使最终数据更接近于有创的冠脉造影检查^[9]。

本研究结果显示，进展组斑块总体积、非钙化斑块体积、重塑指数、狭窄程度显著高于无进展组，提示斑块总体积、非钙化斑块体积、重塑指数等CCTA斑块定量分析指标在冠心病斑块进展患者中呈现明显不同表达。当患者发生斑块进展时其斑块体积会明显增加，从而增加血管堵塞发生几率，动脉狭窄程度会明显增加，从而引起不良心血管发生事件，而本研究发现钙化斑块体积在两组间无明显差异，因而主要是脂质斑块及纤维斑块促进冠心病患者的斑块进展^[10]。既往研究显示，脂质与坏死组织增大可导致氧化应激反应和局部炎症加重，不利于血管扩张剂发挥作用，增加血管收缩剂的含量，使得相应节段血管无法在应激期间充分扩张^[11]。脂质斑块的特点是存在坏死核心，含有坏死核心的斑块是引起心肌梗死及心源性猝死的主要原因，因而脂质斑块体积的增加可明显增加斑块进展发生几率^[12]。重塑指数主要受冠状动脉最狭窄处管腔面积，当冠状动脉最狭窄处管腔面积越大时，越容易导致复杂病变，其血管内脂质斑块变大几率增加，从而增加血管堵塞发生几率^[13]。冠脉管腔的狭窄程度主要是因为斑块成分变化和血流动力学代偿引起的客观反映，斑块因为体积明显增

表1 两组斑块定量分析指标情况比较

组别	斑块长度(mm)	斑块总体积(mm ³)	钙化斑块体积(mm ³)	非钙化斑块体积(mm ³)	斑块负荷(%)	重塑指数	狭窄程度(%)
进展组(n=90)	30.19±7.64	301.56±51.81	131.18±22.56	181.56±33.47	50.28±4.37	1.24±0.21	51.19±6.87
无进展组(n=140)	29.16±6.86	281.79±49.38	126.74±24.58	157.29±41.08	49.16±5.12	1.01±0.19	46.37±5.29
t	1.063	2.907	1.380	4.691	1.712	8.596	5.989
P	0.289	0.004	0.169	0.000	0.088	0.000	0.000

表2 斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的ROC分析

指标	曲线下面积	标准误	P	95%CI	最佳截断值	敏感度	特异度
斑块总体积	0.778	0.030	0.000	0.719~0.837	294.535	0.689	0.671
非钙化体积	0.768	0.031	0.000	0.709~0.828	170.785	0.711	0.621
重塑指数	0.901	0.019	0.000	0.865~0.938	1.075	0.867	0.714
狭窄程度	0.837	0.026	0.000	0.787~0.888	46.220	0.733	0.724

表3 两组预后情况比较(n, %)

组别	心源性死亡	脑卒中	非致死性心肌梗死	非计划血运重建
进展组(n=90)	7(7.78)	10(11.11)	11(12.22)	7(7.78)
无进展组(n=140)	2(1.43)	3(2.14)	5(3.57)	4(2.86)
χ^2	5.874	8.263	6.334	2.913
P	0.015	0.004	0.012	0.088

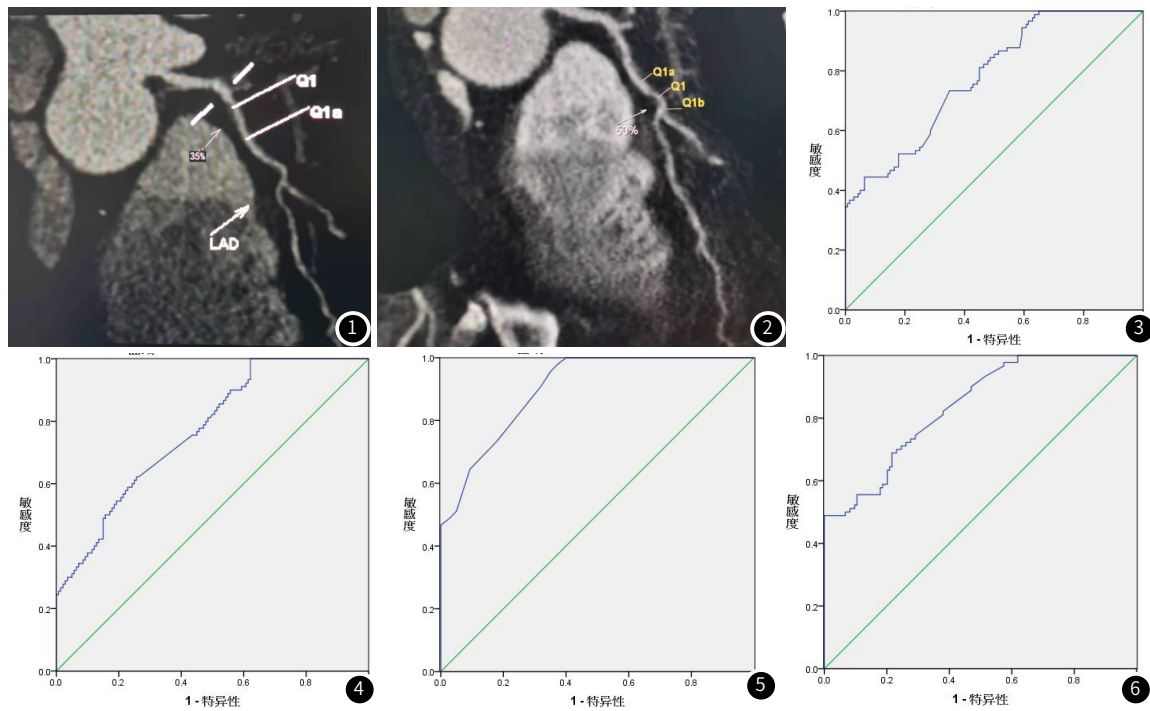


图1 首次CCTA检测时斑块定量图像显示。图2 1年后CCTA检测时斑块定量图像显示。图3 斑块总体积预测冠心病患者斑块进展的ROC曲线图。图4 非钙化体积预测冠心病患者斑块进展的ROC曲线图。图5 重塑指数预测冠心病患者斑块进展的ROC曲线图。图6 狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的ROC曲线图。

大而使得管腔相对狭窄，而斑块破裂则常发生于冠脉管腔最狭窄的位置，引起不良心血管事件^[14]。斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度预测冠心病患者斑块进展的曲线下面积分别为0.778、0.768、0.901、0.837，提示斑块总体积、非钙化体积、重塑指数、狭窄程度等斑块定量指标可对患者斑块进展情况准确预测^[15]。

进展组心源性死亡、脑卒中、非致死性心肌梗死发生率更高，提示斑块进展可明显增加患者心源性死亡、脑卒中、非致死性心肌梗死发生几率。冠心病患者心肌微小动脉形态改变，冠脉微循环异常，心肌灌注量降低，造成心肌损伤，其管腔狭窄部位出现斑块破裂的风险较高，引发心肌梗死、脑卒中等，因而需尽早通过准确的手段对冠心病患者斑块进展情况进行分析^[16]。CCTA因其无创、经济、高分辨率特点已被广泛应用于临床，其不仅可判定冠状动脉管腔狭窄程度，还能对高危斑块进行识别，对患者动脉斑块进展情况进行预测。乔红艳^[17]等的研究显示，CCTA对血管壁及管腔拥有较好的组织显像，与有创冠脉造影技术所观察到的真是管腔更为接近，因而具有较高的临床应用价值，与本研究结果相符。

综上所述，CCTA技术下斑块定量分析可通过测量冠心病患者斑块总体积、非钙化斑块体积、重塑指数、狭窄程度等指标对其斑块进展情况进行预测，从而指导临床医师进行相应治疗以改善预后，具有较高的临床价值。

参考文献

- [1] Ravensbergen H, Walsh M L, Krassioukov A V, et al. Correction to: electrocardiogram-based predictors for arrhythmia after spinal cord injury[J]. Clinical Autonomic Research, 2018, 28(1): 135-135.
- [2] Kivinen P, Sulkava R, Halonen P, et al. Coronary heart disease mortality trends during 50 years as explained by risk factor changes: the European cohorts of the seven countries study[J]. European Journal of Preventive Cardiology, 2019, 51(12): 1250-1252.
- [3] Rosendaal A, Koning G, Dimitriu-Leen A C, et al. Accuracy and reproducibility of fast fractional flow reserve computation from invasive coronary angiography[J]. International Journal of Cardiovascular

- Imaging, 2017, 33(37): 1305-1312.
- [4] Eckert J, Renczes-Janetzko P, Schmidt M, et al. Coronary ct angiography (ccta) using third-generation dual-source ct for ruling out in-stent restenosis[J]. Clinical Research in Cardiology, 2018, 108(4): 402-410.
- [5] 张岭岭, 石俊岭, 陈雪果, 等. SPECT心肌灌注显像和冠脉CTA及其融合图像对冠心病的诊断价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(4): 64-67.
- [6] 中华医学会心血管病学分会基础研究学组, 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中华医学会心血管病学分会女性心脏健康学组, 等. 冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的中国专家共识[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(5): 421-430.
- [7] 梁洁, 李葆青, 王月卿. 冠状动脉CTA定量评估稳定型心绞痛患者斑块进展及其在心血管事件中的预测价值[J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(1): 94-100.
- [8] Hoseini Z, Sepahvand F, Rashidi B, et al. Nlrp3 inflammasome: its regulation and involvement in atherosclerosis[J]. Journal of Cellular Physiology, 2018, 233(3): 2116-2132.
- [9] Benetos G, Buechel R R, Goncalves M, et al. Coronary artery volume index: a novel ccta-derived predictor for cardiovascular events[J]. The International Journal of Cardiovascular Imaging, 2020, 36(4): 713-722.
- [10] 吕金鑫, 孙鑫, 田野. 动脉粥样硬化斑块临床检查技术进展[J]. 医学综述, 2018, 24(12): 180-184.
- [11] Kim Y, Gnanadesigan M, Soest G V, et al. A new technique for lipid core plaque detection by optical coherence tomography for prevention of peri-procedural myocardial infarction: a case report[J]. Medicine, 2017, 96(23): 7125-7125.
- [12] 徐勇, 汪毅, 邱建榕, 等. 面向血管内脂质斑块检测的超声-OCT成像系统[J]. 激光与光电子学进展, 2018, 55(8): 386-392.
- [13] 张晓蕾, 唐春香, 李建华, 等. 冠状动脉CTA: 斑块特征定量参数与血流储备分数的相关性分析[J]. 放射学实践, 2018, 33(12): 1261-1265.
- [14] Park J, Lee J M, Koo B, et al. Clinical relevance of functionally insignificant moderate coronary artery stenosis assessed by 3-vessel fractional flow reserve measurement. [J]. Journal of the American Heart Association, 2018, 7(4): 8055-8055.
- [15] 李平, 徐磊, 刘亚峰, 等. 双能CT成像评价冠状动脉钙化斑块的体模研究[J]. 中华放射学杂志, 2018, 52(5): 390-394.
- [16] 符亚红, 田进伟. 动脉粥样硬化易损斑块进展机制与临床干预[J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(5): 408-410.
- [17] 乔红艳, 许棚棚, 卢佳庆, 等. 基于冠状动脉CT血管成像的斑块定量分析及血流储备分数预测斑块进展的研究[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(10): 934-940.

(收稿日期: 2021-07-01)

(校对编辑: 阮 靖)