

· 临床研究 ·

冠状动脉计算机断层扫描血管造影对老年急性冠状动脉综合征患者斑块特征的诊断效能及对预后的预测价值

马清济*, 陈亮, 潘美宇

(海南省琼海市人民医院放射科, 海南 琼海 571400)

【摘要】目的 探讨冠状动脉计算机断层扫描血管造影(CCTA)对老年急性冠状动脉综合征(ACS)患者斑块特征的诊断效能及对预后的预测价值。**方法** 回顾性分析 2021 年 2 月至 2022 年 12 月海南省琼海市人民医院胸痛中心收治的疑似冠心病的 208 例老年患者的临床资料,其中 58 例发生 ACS,纳入 ACS 组。根据 ACS 组患者性别、年龄及心血管危险因素(吸烟史、高血压、糖尿病、血脂水平等),采用倾向评分匹配法(比例 1:1)同期选择 58 例发生稳定型心绞痛(SAP)的患者纳入 SAP 组。所有患者均行 CCTA 检查,比较两组患者斑块长度、钙化斑块(CP)体积、非钙化斑块(NCP)体积、总斑块体积、CP 负荷、NCP 负荷和总斑块负荷等斑块特征参数。此外,根据预后将 58 例 ACS 组患者分为不良心血管事件(MACEs)组($n=15$)和非 MACEs 组($n=43$),比较不同预后患者 CCTA 斑块特征参数。采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。根据数据类型,分别采用 t 检验或 χ^2 检验进行组间比较。采用 Pearson 相关分析血脂水平与斑块特征参数的相关性。采用受试者工作特征曲线(ROC)分析斑块特征参数对 ACS 及 MACEs 的预测价值。**结果** ACS 组患者斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均显著高于 SAP 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。MACEs 组患者斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均显著高于非 MACEs 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。Pearson 相关性分析结果显示,血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)与斑块长度、CP 体积、NCP 体积、总斑块体积、CP 负荷、NCP 负荷及总斑块负荷呈正相关($r=0.463, 0.246, 0.414, 0.292, 0.251, 0.392, 0.215; P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,斑块长度、NCP 体积、NCP 负荷对 ACS 有较好的预测价值,曲线下面积(AUC)分别为 0.843(95%CI 0.761~0.925)、0.814(95%CI 0.703~0.926)和 0.721(95%CI 0.573~0.869);发生 ACS 的最佳截断值分别为 19.19 mm、152.99 mm³ 和 42.56%;灵敏度分别为 91.67%、91.67%和 66.67%;特异度分别为 75.00%、63.54%和 77.08%。斑块长度、NCP 体积、NCP 负荷对 MACEs 有较好的预测价值,AUC 分别为 0.694(95%CI 0.515~0.876)、0.711(95%CI 0.502~0.920)和 0.735(95%CI 0.551~0.919);发生 MACEs 的最佳截断值分别为 21.02 mm、169.62 mm³ 和 45.37%;灵敏度分别为 77.78%、66.67%和 88.89%;特异度分别为 59.18%、85.71%和 61.22%($P<0.05$)。**结论** 基于 CCTA 的斑块特征参数不仅对老年 ACS 有较好的鉴别作用,还可有效预测 ACS 患者 1 年内 MACEs 的发生。

【关键词】 老年人;冠状动脉计算机断层扫描血管造影;急性冠状动脉综合征;斑块特征

【中图分类号】 R541.4

【文献标志码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2024.01.006

Diagnostic performance of coronary computed tomography angiography in assessing plaque characteristics and predictive value for prognosis in elderly patients with acute coronary syndrome

Ma Qingji*, Chen Liang, Pan Meiyu

(Department of Radiology, Qionghai People's Hospital, Qionghai 571400, Hainan Province, China)

【Abstract】Objective To investigate the role of coronary artery computed tomography angiography (CCTA) in identifying the plaque characteristics and prognosis in the elderly patients with acute coronary syndrome (ACS). **Methods** A retrospective analysis was made of the clinical data of 208 elderly patients with suspected coronary heart disease (CHD) admitted to the Chest Pain Center of Qionghai People's Hospital of Hainan Province from February 2021 to December 2022. Among them, 58 ACS patients were included in the ACS group. According to their gender, age and cardiovascular risk factors (smoking history, hypertension, diabetes, blood lipid levels, etc.), another 58 patients with stable angina pectoris (SAP) were selected as a SAP group using the propensity score matching method (1:1 ratio) during the same period. All patients underwent CCTA examination, and the two groups were compared in plaque characteristic indexes such as plaque length, calcified plaque (CP) volume, non-calcified plaque (NCP) volume, total plaque volume, CP load, NCP load, and total plaque load. In addition, 58 ACS patients were divided into major adverse cardiovascular events (MACEs) group ($n=15$) and non-MACEs group ($n=43$) based on prognosis. Patients with different prognosis were compared in the

收稿日期: 2023-03-28; 接受日期: 2023-06-02

基金项目: 海南省卫生健康科研项目(20A200224)

通信作者: 马清济, E-mail: maqingji1639@126.com

plaque characteristic indexes on CCTA. SPSS statistics 22.0 was used for data analysis. Depending on the data type, t test or χ^2 test was used for comparison between groups. Pearson analysis was performed for the correlation between blood lipid levels and plaque characteristic indexes. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of each plaque characteristic index on ACS and MACEs. **Results** Plaque length, NCP volume, and NCP load in the ACS group were significantly higher than those in the SAP group, with statistically significant differences ($P<0.05$). The MACEs group had significantly higher plaque length, NCP volume, and NCP load than the non-MACEs group, with statistically significant differences ($P<0.05$). Pearson correlation analysis showed that serum low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) was positively correlated with plaque length ($r=0.463$), CP volume ($r=0.246$), NCP volume ($r=0.414$), total plaque volume ($r=0.292$), CP load ($r=0.251$), NCP load ($r=0.392$), and total plaque load ($r=0.215$; all $P<0.05$). The ROC curve analysis showed that patch length, NCP volume and NCP load had good predictive value for ACS with area under the curve (AUC) of 0.843 (95%CI 0.761–0.925), 0.814 (95%CI 0.703–0.926) and 0.721 (95%CI 0.573–0.869); optimum cutoff value of 19.19 mm, 152.99 mm³ and 42.56%; sensitivity of 91.67%, 91.67% and 66.67%, and specificity of 75.00%, 63.54% and 77.08%, respectively ($P<0.05$). Patch length, NCP volume, and NCP load demonstrated good predictive value for MACEs, with AUC of 0.694 (95%CI 0.515–0.876), 0.711 (95%CI 0.502–0.920) and 0.735 (95%CI 0.551–0.919); optimum cutoff value of 21.02 mm, 169.62 mm³ and 45.37%; sensitivity of 77.78%, 66.67% and 88.89%, and specificity of 59.18%, 85.71% and 61.22% ($P<0.05$). **Conclusion** The plaque characteristic indexes on CCTA not only have good diagnostic value but also can effectively predict the occurrence of MACEs in the elderly ACS patients within one year.

【Key words】 aged; coronary artery computed tomography angiography; acute coronary syndrome; plaque characteristics
This work was supported by the Health Research Project of Hainan Province (20A200224).
Corresponding author: Ma Qingji, E-mail: maqingji1639@126.com

急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)是一类以冠状动脉粥样硬化斑块侵袭或破裂、血小板聚集后继发完全或不全性血栓为病理基础的临床综合征^[1],主要分为急性心肌梗死和不稳定型心绞痛两大类,多发于老年人群,老年患者的死亡率极高,临床危害性极大^[2]。如何在早期诊断并进行对症治疗是降低老年患者死亡率的关键,因此,寻找创伤性小、精确度高的诊疗手段对于患者早期病情评估、制定治疗方案及优化预后而言均有重要价值。冠状动脉计算机断层扫描血管造影(coronary artery computed tomography angiography, CCTA)是现阶段临床使用最为广泛的无创诊断冠心病的影像技术^[3],不仅对冠状动脉狭窄程度有较好的诊断作用,还对冠状动脉斑块体积、斑块长度及斑块内成分构成有直接的探查效果^[4],已逐渐成为评估冠状动脉斑块特征及 ACS 病情发展的重要手段之一^[5]。然而,目前尚不清楚 CCTA 对老年 ACS 患者斑块特征及预后的价值。本研究通过对 ACS 患者进行 CCTA 检查,分析冠状动脉斑块特征及其与预后的关联,希望为 ACS 患者临床早期诊断和预后评估提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2021 年 2 月至 2022 年 12 月海南省琼海市人民医院胸痛中心收治的疑似冠心病的 208 例老年患者的临床资料,其中 58 例发生 ACS,纳入 ACS 组。根据 ACS 组患者性别、年龄及心血管危险因素(吸烟史、高血压、糖尿病、血脂水平等),采用倾向评分匹配法(比例 1:1)同期选择 58 例发

生稳定型心绞痛(stable angina pectoris, SAP)的患者纳入 SAP 组。ACS 组纳入标准:(1)符合 ACS 相关诊断标准^[6];(2)均为首次发作,且接受规范化治疗;(3)年龄 ≥ 60 岁;(4)能够配合完成相关检查及治疗且临床资料完整。SAP 组纳入标准:(1)近 2 个月内心绞痛发作频率、持续时间、诱因及缓解方式无变化;(2)冠状动脉造影或冠状动脉 CT 血管成像提示至少 1 支冠状动脉狭窄,且狭窄程度超过 50%;(3)年龄 ≥ 60 岁;(4)能够配合完成相关检查及治疗且临床资料完整。排除标准:(1)合并重要器官功能障碍;(2)合并恶性肿瘤疾病、血液疾病和自身免疫性疾病;(3)合并瓣膜性心脏病、肥厚性心肌病及先心病等其他严重心脏疾病;(4)甲状腺功能亢进;(5)既往接受过冠状动脉旁路移植术或经皮冠状动脉介入术;(6)CCTA 检查结果图像质量差。患者及家属均对研究内容知情同意。

ACS 组 58 例患者中,男性 37 例,女性 21 例;年龄 61~83(72.63 $\pm$ 2.87)岁;体质指数(body mass index, BMI)21.43~27.65(24.08 $\pm$ 0.61)kg/m²;冠心病病程 2~15(9.11 $\pm$ 1.45)年。SAP 组 58 例患者中,男性 35 例,女性 23 例;年龄 60~82(71.87 $\pm$ 2.41)岁;BMI 22.02~28.17(24.21 $\pm$ 0.81)kg/m²;冠心病病程 3~17(9.18 $\pm$ 1.59)年。两组患者性别、年龄、BMI、病程等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。

ACS 组 58 例患者中,随访期内有 15 例出现 MACEs(其中心源性猝死 4 例,支架血栓形成 5 例,复发性胸痛 4 例,复发性心肌梗死 2 例),纳入不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACEs)组;43 例患者未出现 MACEs,纳入非 MACEs 组,比较不同预后患者 CCTA 冠状动脉斑块特征参数。

1.2 方法

1.2.1 CCTA 检查 采用德国 Siemens 开源 CT 机 (SOMATOM Force CT, 德国) 对所有患者行 CCTA 检查,嘱患者在 CT 床上保持仰卧位,标准化放置心电图电极片和导联线,指导患者调整呼吸动作以获取胸部屏气定位像。CCTA 扫描范围由患者气管隆嵴下 1~2 cm 至心脏膈面上 1~2 cm 处,使用双筒高压注射器以 4.5 ml/s 的流速注射 50 ml 非离子型对比剂优维显和 50 ml 的 0.9%氯化钠注射液进行增强扫描,在降主动脉根部采用对比剂示踪法选择感兴趣区并持续检测 CT 衰减值,待其达到 100 Hu 时延迟 5 s 自动触发扫描,维持患者心率始终在 80 次/min 以下。设置扫描参数:管电压为 70~120 kV,探测器准直 152 mm×0.6 mm,层厚 0.75 mm,层间距 3 mm,球管转速 0.25 s/圈。所获得数据均上传至 Vital 工作站用于后续图像处理及分析。

1.2.2 图像及斑块特征分析 由 2 名高年资的影像科医师对 CCTA 图像进行分析,应用工作站中的半自动斑块分析软件对所有 CT 显示狭窄病变的斑块进行定量分析^[7],使用冠状动脉血流储备分数计算软件对斑块近端和远端进行判定,计算出斑块特征参数:斑块长度、钙化斑块 (calcified plaque, CP; CT 阈值 ≥ 130 Hu) 体积、非钙化斑块 (noncalcified plaque, NCP; CT 阈值 < 130 Hu) 体积、总斑块体积、CP 负荷 (CP 斑块体积占血管体积的百分比)、NCP 负荷 (NCP 斑块体积占血管体积的百分比) 和总斑块负荷 (斑块体积占血管体积的百分比)。

1.3 随访

对 58 例 ACS 患者进行长达 1 年的随访,随访方式包括定期来院复诊和电话随访,记录 ACS 患者血运重建、心源性猝死、支架血栓形成、复发性胸痛和复发性心肌梗死等不良心血管事件 (major

adverse cardiovascular events, MACEs) 的发生情况。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用 *t* 检验。计数资料以例数 (百分率) 表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析血脂水平与斑块特征参数的相关性。采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析斑块特征参数对 ACS 及 MACEs 的预测价值。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

ACS 组与 SAP 组患者性别、年龄、BMI、病程等基线资料和吸烟史、高血压、糖尿病、血脂水平等冠状动脉危险因素比较,差异无统计学意义 (*P* > 0.05; 表 1)。

2.2 两组患者斑块特征参数比较

ACS 组患者斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均显著高于 SAP 组,差异有统计学意义 (*P* < 0.05); 两组患者 CP 体积、总斑块体积、CP 负荷及总斑块负荷比较,差异无统计学意义 (*P* > 0.05; 表 2)。

2.3 两组患者血脂水平与斑块特征参数相关性分析

Pearson 相关性分析结果显示,LDL-C 与斑块长度、CP 体积、NCP 体积、总斑块体积、CP 负荷、NCP 负荷及总斑块负荷均呈正相关 (*r* = 0.463, 0.246, 0.414, 0.292, 0.251, 0.392, 0.215; *P* < 0.05)。

2.4 不同预后 ACS 患者冠状动脉斑块特征比较

MACEs 组患者斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均显著高于非 MACEs 组 (*P* < 0.05); MACEs 组与非 MACEs 组患者 CP 体积、总斑块体积、CP 负荷及总斑块负荷比较,差异无统计学意义 (*P* > 0.05; 表 3)。

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between two groups (*n* = 58)

Group	Male [<i>n</i> (%)]	Age (years, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	Course of coronary heart disease (years, $\bar{x} \pm s$)	Smoking history [<i>n</i> (%)]	Hypertension [<i>n</i> (%)]	Diabetes mellitus [<i>n</i> (%)]	LDL-C (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)
ACS	37(63.79)	72.63±2.87	24.08±0.61	9.11±1.45	28(48.28)	31(53.45)	40(68.97)	4.22±0.64
SAP	31(53.45)	71.87±2.41	24.21±0.81	9.18±1.59	23(39.66)	29(50.00)	37(63.79)	4.08±0.57
<i>t</i> / χ^2	1.279	1.544	0.976	0.248	0.875	0.138	0.348	1.244
<i>P</i> value	0.258	0.125	0.331	0.805	0.350	0.710	0.555	0.216

ACS: acute coronary syndrome; SAP: stable angina pectoris; BMI: body mass index; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol.

表 2 两组患者斑块特征参数比较

Table 2 Comparison of plaque characteristic parameters between two groups (*n* = 58, $\bar{x} \pm s$)

Group	Patch length (mm)	CP volume (mm ³)	NCP volume (mm ³)	Total plaque volume (mm ³)	CP load (%)	NCP load (%)	Total plaque load (%)
ACS	21.25±1.94	39.46±4.25	163.84±14.78	183.95±25.77	10.63±1.25	45.01±3.89	56.18±6.72
SAP	16.77±2.27	38.69±4.21	141.49±10.25	177.21±20.59	10.86±1.32	40.15±4.20	55.69±7.38
<i>t</i>	11.426	0.980	9.463	1.556	0.964	6.465	0.374
<i>P</i> value	<0.001	0.329	<0.001	0.122	0.337	<0.001	0.709

ACS: acute coronary syndrome; SAP: stable angina pectoris; CP: calcified plaque; NCP: noncalcified plaque.

表 3 不同预后 ACS 患者冠状动脉斑块特征比较

Table 3 Comparison of coronary plaque characteristics in ACS patients with different prognosis ($\bar{x}\pm s$)

Group	n	Patch length (mm)	CP volume (mm ³)	NCP volume (mm ³)	Total plaque volume(mm ³)	CP load (%)	NCP load (%)	Total plaque load(%)
MACEs	15	22.03±1.45	39.33±3.74	175.92±16.43	184.04±21.75	10.66±1.03	49.79±3.62	57.04±6.16
Non-MACEs	43	20.98±1.31	39.51±4.12	159.63±12.85	183.92±24.68	10.62±1.14	43.34±4.03	55.88±6.42
t		2.601	0.149	3.927	0.017	0.120	5.471	0.609
P value		0.012	0.882	<0.001	0.987	0.905	<0.001	0.545

ACS: acute coronary syndrome; MACEs: major adverse cardiovascular events; CP: calcified plaque; NCP: noncalcified plaque.

2.5 ROC 曲线评估 CCTA 参数对 ACS 的诊断价值

ROC 曲线分析结果显示,斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均对 ACS 有较好的预测价值,曲线下面积(area under the curve,AUC)分别为 0.843、0.814 和 0.721;发生 ACS 的最佳截断值分别为 19.19 mm、152.99 mm³ 和 42.56%;灵敏度分别为 91.67%、91.67% 和 66.67%;特异度分别为 75.00%、63.54%和 77.08%($P<0.05$;图 1,表 4)。

2.6 ROC 曲线评估 CCTA 参数对 ACS 患者发生 MACEs 的诊断价值

ROC 曲线分析结果显示,斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均对 MACEs 发生有较好的预测价值,AUC 分别为 0.694、0.711 和 0.735;发生 MACEs 的最佳截断值分别为 21.02 mm、169.62 mm³ 和 45.37%;灵敏度

分别为 77.78%、66.67%和 88.89%;特异度分别为 59.18%、85.71%和 61.22%($P<0.05$;图 2,表 5)。

2.7 典型病例分析

典型病例冠状动脉斑块 CCTA 测量分析见图 3。

3 讨论

ACS 是一种严重的冠心病类型,冠状动脉管腔狭窄是 ACS 的重要病理基础,随着 CT 技术的不断发展,冠状动脉狭窄和斑块性质的定量定性评估越来越准确^[8]。本研究采用 CCTA 技术对 ACS 患者冠状动脉斑块特征参数进行检查和测定,探讨基于 CCTA 的冠状动脉斑块特征参数与 ACS 患者及其预后之间的关系,旨在为 ACS 患者临床病情评估及预后改善提供更多方向。

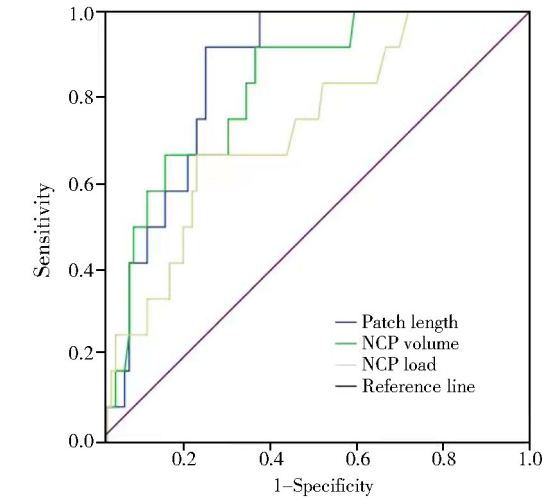


图 1 ROC 曲线评估 CCTA 参数对 ACS 的诊断价值
Figure 1 ROC curve of CCTA parameters for ACS diagnosis

ROC: receiver operating characteristic; CCTA: coronary computed tomographic angiography; ACS: acute coronary syndrome; NCP: noncalcified plaque.

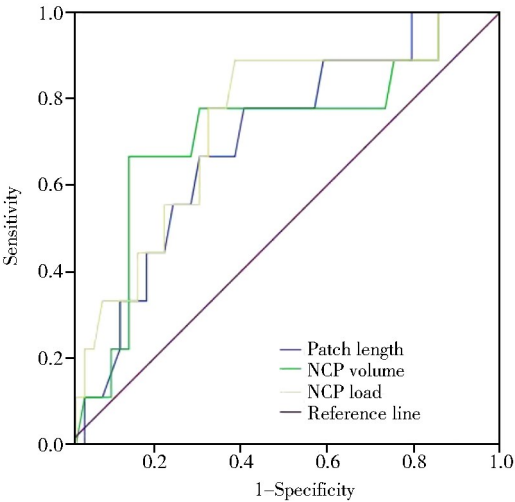


图 2 ROC 曲线评估 CCTA 参数对 ACS 患者发生 MACEs 的诊断价值

Figure 2 ROC curve of CCTA parameters for occurrence of MACEs in patients with ACS

ROC: receiver operating characteristic; CCTA: coronary computed tomographic angiography; ACS: acute coronary syndrome; MACEs: major adverse cardiovascular events; NCP: noncalcified plaque.

表 4 ROC 曲线评估 CCTA 参数对 ACS 的诊断价值

Table 4 ROC curve evaluation of diagnostic value of CCTA parameters for ACS

Item	Cut-off	AUC	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Youden index	95%CI	P value
Patch length	>19.19 mm	0.843	91.67	75.00	0.6667	0.761-0.925	<0.001
NCP volume	>152.99 mm ³	0.814	91.67	63.54	0.5521	0.703-0.926	<0.001
NCP load	>42.56%	0.721	66.67	77.08	0.4375	0.573-0.869	0.003

ROC: receiver operating characteristic; CCTA: coronary artery computed tomography angiography; ACS: acute coronary syndrome; NCP: noncalcified plaque; AUC: area under the curve.

表 5 ROC 曲线评估 CCTA 参数对 ACS 患者发生 MACEs 的诊断价值

Table 5 ROC curve evaluation of diagnostic value of CCTA parameters on the occurrence of MACEs in ACS patients

Item	Cut-off	AUC	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Youden index	95%CI	P value
Patch length	>21.02 mm	0.694	77.78	59.18	0.3696	0.515-0.876	0.037
NCP volume	>169.62 mm ³	0.711	66.67	85.71	0.5238	0.502-0.920	0.048
NCP load	>45.37%	0.735	88.89	61.22	0.5011	0.551-0.919	0.012

ROC: receiver operating characteristic; CCTA: coronary artery computed tomography angiography; ACS: acute coronary syndrome; MACEs: major adverse cardiovascular events; NCP: noncalcified plaque; AUC: area under the curve.

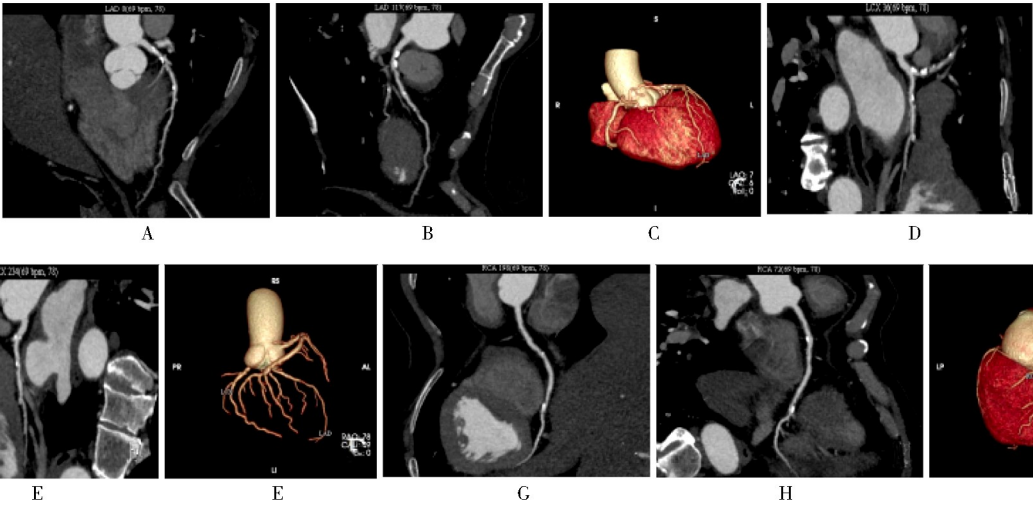


图 3 冠状动脉斑块 CCTA 测量分析图

Figure 3 CCTA measurement and analysis of coronary artery plaques in a 63-year old male patient

A,B,C: shows multiple calcifications and mixed plaques on the walls of the 6th and 7th segments of the left anterior descending branch. The 7th segment of the lumen is moderately narrow, and calcified plaques are visible on the wall of the second diagonal branch. The lumen is slightly narrow. D,E,F: shows scattered low-density and mixed plaques on the walls of segments 11 and 13 of the left circumflex artery, with mild narrowing of the lumen. G,H,I: shows scattered low-density, calcified, and mixed plaques in the 1-3 segments of the right coronary artery, with uneven narrowing of the lumen. The lesions in the 3 segments are most severe, with moderate narrowing of the lumen. CCTA: coronary artery computed tomography angiography.

众所周知,ACS 患者经规范化治疗后发生 MACEs 的风险始终高居不下,MACEs 可作为反映 ACS 患者预后的重要指标^[9]。基于此,本研究也以是否发生 MACEs 作为 ACS 患者预后的分组标准,对比 ACS 患者、SAP 患者、MACEs 患者及非 MACEs 患者之间 CCTA 斑块特征参数之间的差异,结果显示,ACS 组患者斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均显著高于 SAP 组,且 MACEs 组患者斑块长度、NCP 体积和 NCP 负荷均显著高于非 MACEs 组,差异均有统计学意义($P<0.05$),这表明不同病种及不同预后患者之间的斑块特征参数差异较大,ACS 患者及预后较差的患者斑块长度、NCP 体积及 NCP 斑块负荷均明显升高。冠状动脉斑块长度是直观反映斑块严重程度的重要指标^[10]。NCP 是以纤维及脂质为主要成分的斑块类型,相较于 CP 来说稳定性更差,更易脱落融入血液中形成堵塞^[11]。NCP 斑块负荷越高,其占血管体积的百分比越大,发生堵塞的风险越高^[12]。ACS 组和 MACEs 组患者斑块长度、NCP

体积和 NCP 负荷更高的原因可能在于 NCP 是 ACS 患者的主要斑块类型,与 CP 由羟基磷灰石组成性质更加稳定不同,NCP 中含有大量的炎性细胞和巨噬细胞,用以分隔斑块及血液的纤维帽较为薄弱^[13]。斑块长度越长,稳定性越差,NCP 体积和负荷越大,斑块纤维帽更易受到蛋白酶和多种分泌因子的影响导致溶解^[14],诱使斑块破裂继而引发血栓,使 ACS 患者病情程度更为严重,发生 MACEs 的风险成倍增加^[15]。因此,与 SAP 患者和非 MACEs 患者相比,ACS 患者及 MACEs 患者 CCTA 斑块特征参数中斑块长度、NCP 体积及 NCP 斑块负荷均明显升高。研究发现,LDL-C 是 ACS 患者发生多种 MACEs 的独立危险因素。LDL-C 能够侵袭血管壁,对黏附分子和趋化因子产生刺激作用,从而促使内皮细胞释放形成泡沫细胞和早期斑块(也称为脂肪条纹)^[16]。本研究 Pearson 相关性分析结果显示,LDL-C 与斑块特征参数均呈正相关,佐证上述观点。

ROC 曲线分析结果显示,当斑块长度为 19.19 mm

和 21.02 mm、NCP 体积为 152.99 mm³ 和 169.62 mm³、NCP 负荷为 42.56% 和 45.37% 时诊断 ACS 和 MACEs 的效能最佳($P<0.05$),这证实了斑块长度、NCP 体积、NCP 负荷这三项 CCTA 斑块特征参数不但对 ACS 疾病有较好的诊断效果,还可作为预测 ACS 患者一年内 MACEs 发生的有效指标,提示临床可加强对 ACS 患者 CCTA 斑块特征参数的监测,并同期观察 LDL-C 变化情况,以在早期评估病情变化,降低治疗后发生 MACEs 的风险,改善患者预后。

综上所述,基于 CCTA 的斑块特征参数不仅对老年 ACS 有较好的鉴别作用,可有效预测 ACS 患者 1 年内 MACEs 的发生,本研究为 CCTA 冠状动脉特征参数应用于 ACS 患者的临床检查提供了丰富的数据支撑,证实了 CCTA 斑块参数在临床中的实用价值。然而,本研究也存在一定的不足之处,如样本数量较少,随访时间仅为 1 年,后续可考虑扩大样本量,延长随访时间来夯实研究结论。

【参考文献】

[1] Linde JJ, Kelbæk H, Hansen TF, *et al.* Coronary CT angiography in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 75(5): 453–463. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.12.012.

[2] García-Blas S, Cordero A, Díez-Villanueva P, *et al.* Acute coronary syndrome in the older patient[J]. J Clin Med, 2021, 10(18): 4132. DOI: 10.3390/jcm10184132.

[3] Feldman DI, Latina J, Lovell J, *et al.* Coronary computed tomography angiography in patients with stable coronary artery disease[J]. Trends Cardiovasc Med, 2022,32(7): 421–428. DOI: 10.1016/j.tcm.2021.08.009.

[4] Antonopoulos AS, Angelopoulos A, Tsioufis K, *et al.* Cardiovascular risk stratification by coronary computed tomography angiography imaging: current state-of-the-art[J]. Eur J Prev Cardiol, 2022, 29(4): 608–624. DOI: 10.1093/eurjpc/zwab067.

[5] 孙明菲, 刘婷, 袁雪, 等. 冠脉斑块 CT 血管造影的定性特征对预测心肌缺血的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2021, 32(3): 190–194. DOI: 10.12117/jccmi.2021.03.008.

[6] Kimura K, Kimura T, Ishihara M, *et al.* JCS 2018 guideline on diagnosis and treatment of acute coronary syndrome[J]. Circ J,

2019, 83(5): 1085–1196. DOI: 10.1253/circj. CJ-19-0133.

[7] 马士华. 冠状动脉左主干长度及左前降支–左回旋支分叉角度对其斑块形成的影响[J]. 山东医药, 2017, 57(33): 73–74. DOI: 10.3969/j.issn.1002-266X.2017.33.025.

[8] 熊青峰, 马小静, 陈艳, 等. 冠脉 CTA 心肌血流指数诊断钙化斑块相关冠心病的临床意义[J]. 放射学实践, 2019, 34(12): 1327–1331. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.12.010.

[9] Jin Y, Ma J, Wang Z, *et al.* Performance of the ABCD-GENE score for predicting clinical outcomes in clopidogrel-treated patients with ACS[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2022, 15(6): 1385–1392. DOI: 10.1007/s12265-022-10255-8.

[10] Yu H, Dai J, Fang C, *et al.* Prevalence, morphology, and predictors of intra-stent plaque rupture in patients with acute coronary syndrome: an optical coherence tomography study[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2022, 28(1): 10760296221146742. DOI: 10.1177/10760296221146742.

[11] 王蔚然, 王玺, 窦冠华, 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. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2022.09.144.

[12] 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. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.03.014.

[13] 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. DOI: 10.12117/jccmi.2021.04.009.

[14] 王嵩. 冠状动脉 CT 血管成像对急性冠脉综合征患者斑块性质的诊断价值[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(17): 42–44. DOI: 10.7619/jcmp.201917012.

[15] Andreini D, Conte E, Mushtaq S, *et al.* Plaque assessment by coronary CT angiography may predict cardiac events in high risk and very high risk diabetic patients: a long-term follow-up study[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2022, 32(3): 586–595. DOI: 10.1016/j.numecd.2021.11.013.

[16] 袁帅帅, 濮天, 王郑, 等. NLR 联合 LDL-C/HDL-C 比值与 ACS 患者冠状动脉病变严重程度相关性分析[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(3): 274–279. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211008-01441.

(编辑: 郑真真)