

论著·胸部

冠心病冠脉CTA特征与心肌缺血及预后的关系分析*

翟亚娟¹ 杨勇政^{2,*}1.漯河医学高等专科学校第三附属医院
影像科(河南漯河 462000)2.漯河医学高等专科学校第二附属医院
影像科(河南漯河 462000)

【摘要】目的 分析冠心病患者冠脉CT血管成像(CTA)特征与心肌缺血及预后的关系。**方法** 纳入的120例冠心病患者选自于漯河医学高等专科学校第三附属医院2021年4月至2023年12月期间所收治,所有患者均进行冠脉CTA检查,收集冠脉CTA定量参数,根据患者有无心肌缺血将其分为心肌缺血组(n=52)及无心肌缺血组(n=68),采用单因素及多因素Logistic回归分析冠心病心肌缺血的危险因素;记录患者主要不良心脏事件(MACE)发生情况,将患者分为MACE组(n=31)及无MACE组(n=89),采用受试者工作特征(ROC)曲线分析冠脉CTA特征对冠心病预后的预测价值。**结果** 冠心病心肌缺血发生的独立影响因素包括斑块总体积(OR=2.344, 95%CI: 1.235~4.450)、低密度非钙化斑块体积(OR=2.186, 95%CI: 1.406~3.397)、斑块负荷(OR=2.361, 95%CI: 1.184~4.706)(P<0.05)。MACE组及无MACE组CTA定量参数对比,组间存在显著差异(P<0.05)。ROC曲线结果显示,冠脉CTA定量参数中,低密度非钙化斑块体积、斑块负荷预测冠心病MACE的AUC最高,分别为0.859、0.891;冠脉CTA定量参数联合预测的AUC、特异度、灵敏度分别为0.902、87.10%、93.33%。**结论** 基于冠脉CTA的斑块总体积、低密度非钙化斑块体积、斑块负荷为冠心病心肌缺血发生的独立影响因素,且冠脉CTA特征对患者预后具有一定的预测价值。

【关键词】 冠心病;冠脉CT血管成像;
心肌缺血;预后;定量参数

【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
联合共建项目(LHGJ20200884)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.06.022

Relationship between Coronary CTA Features and Myocardial Ischemia and Prognosis in Patients with Coronary Heart Disease*

ZHAI Ya-juan¹, YANG Yong-zheng^{2,*}

1.Department of Imaging, The Third Affiliated Hospital of Luohe Medical College, Luohe 262002, Henan Province, China

2.Department of Imaging, The Second Affiliated Hospital of Luohe Medical College, Luohe 262000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the relationship between coronary CT angiography (CTA) features and myocardial ischemia and prognosis in patients with coronary heart disease. **Methods** This study included 120 patients with coronary heart disease who were treated at the Third Affiliated Hospital of Luohe Medical College between April 2021 and December 2023. All patients underwent coronary CTA, and quantitative parameters of coronary CTA were collected. The patients were divided into myocardial ischemia group (n=52) and non-myocardial ischemia group (n=68) according to the presence or absence of myocardial ischemia. Univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were conducted to identify the risk factors for myocardial ischemia in coronary heart disease. According to the presence or absence of major adverse cardiac events (MACE), the patients were divided into MACE group (n=31) and non-MACE group (n=89). The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the value of coronary CTA features in predicting the prognosis of coronary heart disease. **Results** The independent influencing factors for myocardial ischemia in coronary heart disease included total plaque volume (OR=2.344, 95%CI: 1.235-4.450), low-density non-calcified plaque volume (OR=2.186, 95%CI: 1.406-3.397) and plaque load (OR=2.361, 95%CI: 1.184-4.706) (P<0.05). The quantitative parameters of CTA in the MACE group and the non-MACE group were significantly different (P<0.05). ROC curve analysis results showed that among the quantitative parameters of coronary CTA, the AUC values of low-density non-calcified plaque volume and plaque load for predicting MACE in coronary heart disease were the highest, which were 0.859 and 0.891. The AUC, specificity and sensitivity of joint prediction with quantitative parameters of coronary CTA were 0.902, 87.10% and 93.33%, respectively. **Conclusion** The total volume of plaques, low-density non-calcified plaque volume, and plaque load displayed by coronary CTA are independent influencing factors for the occurrence of myocardial ischemia in coronary heart disease. Coronary CTA features are helpful for predicting the prognosis.

Keywords: Coronary Heart Disease; Coronary CT Angiography; Myocardial Ischemia; Prognosis; Quantitative Parameter

冠心病作为临床常见发病风险较高的心血管疾病,可引发心肌缺血、缺氧甚至坏死等^[1]。近些年来,冠心病的发病率呈逐年升高趋势,对患者生命健康造成极大威胁,因此评估心肌缺血性损伤风险,并改善预后是目前临床面临的重要问题。实现心肌缺血的准确预测,需进一步评估及分析冠状动脉斑块。CT血管成像(CTA)作为冠脉病变的重要评估手段,具有较高的时间、空间分辨率,以及无创性^[2-3]。随着该项技术的不断发展,还能检测及评估冠状动脉斑块的分布、成分及形态,准确分辨斑块特征。另外,经研究证实冠脉CTA相关参数能预测冠心病患者主要不良心脏事件(MACE)的发生^[4]。鉴于此,本研究主要分析冠心病患者冠脉CTA特征与心肌缺血及预后的关系,为临床防治提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 对象 纳入的120例冠心病患者选自于漯河医学高等专科学校第三附属医院2021年4月至2023年12月期间所收治。

纳入标准:纳入对象均符合《心血管疾病防治指南和共识》^[5]中的相关诊断标准,并结合相关影像学检查结果证实;均行冠脉CTA检查;临床资料完整者。排除标准:存在心脏手术史;合并肝肾功能障碍者;合并心肌炎、心律失常等其他心血管疾病者;患有恶性肿瘤者;怀孕或哺乳期妇女者。其中男性、女性分别为69例、51例;年龄34~82岁,平均年龄(58.41±6.02)岁。本研究经医院伦理委员会审核通过(批号:20200125)。

1.2 方法

1.2.1 冠脉CTA检查 所有患者均进行冠脉CTA检查,采用GE Revolution128层螺旋CT对患者进行扫描,在检查前使用高压注射器在右肘静脉注射对比剂70mL(碘帕醇350mg/mL),注射速率为5.2mL/s,对比剂注射完毕后以同样的速率注射生理盐水,剂量为30mL;扫描过程中,管电压对应为120kV,管电流选择自动毫安;在升主动脉根部对感兴趣区进行设定,并观察及检测CT衰减值,当CT衰减处于120Hu时,告知患者屏气,延迟5s触发扫描,上下扫描范围设置为主动脉弓上1cm至心脏膈面下1cm,左右

【第一作者】翟亚娟,女,副主任医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: 13693953067@163.com

【通讯作者】杨勇政,男,副主任医师,主要研究方向:心脑血管影像诊断。E-mail: y13721310398@163.com

扫描范围设置为心尖至心右缘；将探测器宽度、厚度分别设置为2cm、2.58mm，旋转时间对应为0.35s，管电压、管电流分别对应为120kV、260mA；获取患者心率情况，并依照心率变化对扫描模式进行设置，其中心率低于60次/min且心率齐者，进行前瞻性心电门控螺旋扫描，未达到以上标准者则使用回顾性心电门控螺旋扫描。以上操作完成后，系统重建1个心动周期内的最佳收缩期和舒张期图像，将所得到的图像通过后处理技术进行处理，并得到斑块相关定量参数，包括总斑块体积、钙化斑块体积、斑块长度、直径狭窄度、斑块负荷，以及血流储备分数(FFR)。仔细观察血管狭窄程度及缺血情况，并依据心肌缺血情况分组，分为心肌缺血组(n=52)及无心肌缺血组(n=68)。

1.2.2 MACE判定：对患者进行随访，起点为CTA检查当天，终点为发生MACE，MACE主要包括复发心绞痛、急性心肌梗死、严重心律失常、心力衰竭、冠心病死亡等；将患者分为MACE组(n=31)及无MACE组(n=89)。

1.3 观察指标 收集患者临床基线资料并记录冠脉CTA定量参数，分析冠心病心肌缺血的危险因素。对比MACE组及无MACE组CTA定量参数，分析CTA定量参数对冠心病患者MACE的预测效能。

1.4 统计学方法 本次研究中所有数据一律采用SPSS 23.0统计学软件进行处理，其中计数资料使用[n(%)]表示，采用 χ^2 检验判断组间差异；计量资料符合正态分布使用($\bar{x} \pm s$)呈现，组间差异采用t检验；采用单因素及多因素Logistic回归分析冠心病心肌缺血

的危险因素；CTA定量参数对冠心病患者MACE的预测效能通过受试者工作特征(ROC)曲线进行分析。P<0.05为检测水准。

2 结果

2.1 冠心病心肌缺血发生的单因素分析 心肌缺血组及无心肌缺血组饮酒史、斑块相关定量参数及FFR比较，组间存在差异(P<0.05)。见表1。

2.2 冠心病心肌缺血发生的多因素Logistic回归分析 以冠心病患者是否发生心肌缺血为因变量(是=1, 否=0)，将以上有统计学意义的指标作为自变量，饮酒史(是=1, 否=2)、CTA定量参数(原值代入)、FFR(原值代入)，多因素Logistic回归分析结果显示，斑块总体积(OR=2.344, 95%CI: 1.235~4.450)、低密度非钙化斑块体积(OR=2.186, 95%CI: 1.406~3.397)、斑块负荷(OR=2.361, 95%CI: 1.184~4.706)为冠心病心肌缺血发生的独立影响因素(P<0.05)。见表2。

2.3 MACE组及无MACE组冠脉CTA定量参数比较 MACE组及无MACE组CTA定量参数对比，组间存在显著差异(P<0.05)。见表3。

2.4 冠脉CTA定量参数对冠心病MACE的预测价值分析 ROC曲线结果显示，冠脉CTA定量参数中，低密度非钙化斑块体积、斑块负荷预测冠心病MACE的AUC最高，分别为0.859、0.891；以上指标联合预测的AUC、特异度、灵敏度分别为0.902、87.10%、93.33%。见表4、图1。

表1 冠心病心肌缺血发生的单因素分析[n(%)]

因素	心肌缺血组 (n=52)	无心肌缺血组 (n=68)	χ^2/t	P
性别(%)			0.168	0.682
男	31(59.62)	38(55.88)		
女	21(40.38)	30(44.12)		
年龄(岁)	57.98±6.02	58.75±5.96	0.698	0.486
体质指数(Kg/m ²)	22.38±1.23	22.29±1.40	0.368	0.714
基础疾病(%)				
高血压	33(63.46)	36(52.94)	1.335	0.248
高血脂	29(55.77)	32(47.06)	0.895	0.344
糖尿病	19(36.54)	22(32.35)	0.230	0.631
家族史(%)	10(19.23)	15(22.06)	0.143	0.705
吸烟史(%)	28(53.85)	39(57.35)	0.147	0.701
饮酒史(%)	35(67.31)	27(39.71)	8.990	0.003
心率(次/min)	70.25±6.11	69.12±6.28	0.988	0.325
冠脉病变支数(%)			0.394	0.530
单支	35(67.31)	42(61.76)		
多支	17(32.69)	26(38.24)		
病变血管分布(%)			2.279	0.320
前降支	28(53.85)	33(48.53)		
回旋支	18(32.62)	20(29.41)		
右冠状动脉	6(11.54)	15(22.06)		
总斑块体积(mm ³)	98.14±10.28	73.65±7.86	14.794	<0.001
钙化斑块体积(mm ³)	7.33±1.58	9.18±1.37	6.857	<0.001
低密度非钙化斑块体积(mm ³)	14.25±1.56	8.77±0.93		
斑块长度(mm)	4.79±0.52	3.18±0.40	19.176	<0.001
斑块负荷(%)	65.25±6.89	32.34±3.67	33.662	<0.001
FFR	0.65±0.10	0.84±0.16	7.511	<0.001

表2 冠心病心肌缺血发生的多因素Logistic回归分析

变量	β 值	SE	Wald值	P值	OR值	95%CI
饮酒史	0.962	0.522	3.396	0.066	2.617	0.941~7.280
斑块总体积	0.852	0.327	6.789	0.009	2.344	1.235~4.450
钙化斑块体积	-0.659	0.372	2.859	0.092	0.533	0.257~1.105
低密度非钙化斑块体积	0.782	0.225	12.079	0.001	2.186	1.406~3.397
斑块长度	0.812	0.422	2.847	0.092	2.038	0.891~4.660
斑块负荷	0.859	0.352	5.955	0.015	2.361	1.184~4.706
FFR	0.923	0.521	3.139	0.077	2.517	0.907~6.988

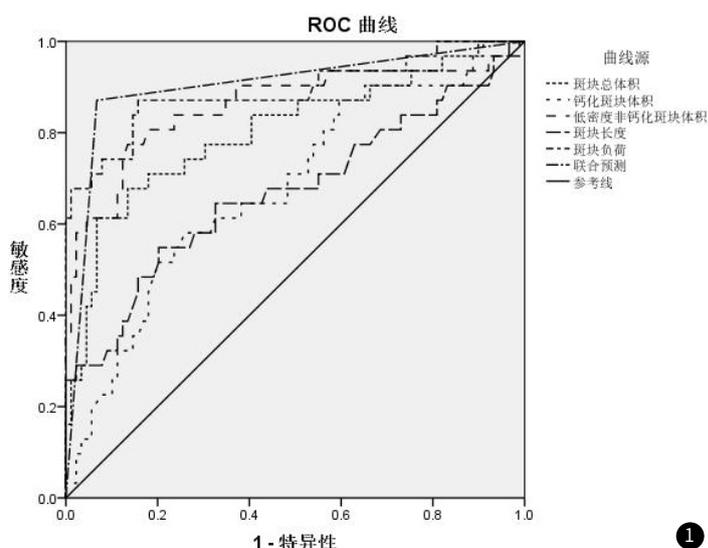


图1 冠脉CTA定量参数预测冠心病MACE的ROC曲线。

表3 MACE组及无MACE组CTA定量参数比较

组别	例数	斑块总体积(mm ³)	钙化斑块体积(mm ³)	低密度非钙化斑块体积(mm ³)	斑块长度(mm)	斑块负荷(%)
MACE组	31	92.88±9.36	7.83±0.86	13.05±1.45	4.25±0.53	56.20±6.11
无MACE组	89	82.24±8.37	8.56±0.92	10.81±1.12	3.76±0.37	43.24±4.38
t	-	-	-	-	-	-
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 冠脉CTA定量参数对冠心病MACE的预测价值分析

指标	AUC	标准差	95%CI	P	临界值	敏感性(%)	特异性(%)
斑块总体积	0.803	0.051	0.704~0.903	<0.001	92.25	61.30	93.30
钙化斑块体积	0.680	0.056	0.570~0.790	<0.001	7.93	51.60	79.80
低密度非钙化斑块体积	0.859	0.047	0.767~0.951	<0.001	11.96	77.40	86.50
斑块长度	0.671	0.063	0.547~0.794	0.005	4.09	54.80	79.80
斑块负荷	0.891	0.041	0.810~0.970	<0.001	47.36	87.10	84.30
联合预测	0.902	0.038	0.827~0.977	<0.001	-	87.10	93.33

3 讨论

冠心病心肌缺血缺乏典型症状，且发作隐匿，致使病死率较高；此外，心肌缺血是患者不良预后的危险因素，故心肌缺血发生风险进行准确预测，同时采取有效的干预及治疗措施，对于降低患者病死率有积极的临床意义^[6-7]。此外，随着冠心病病情发展，患者可能出现MACE，致使生命健康受到威胁^[8]。MACE的预防是目前临床研究的难点，故预测冠心病MACE对于改善患者预后具有积极的临床意义。在临床影像学检查中，冠脉CTA具有无创性，对冠脉病变具有一定的评估价值，且斑块定量检测在疾病诊治中已成为临床关注的焦点^[9]。

本研究通过CTA检查了解冠心病患者冠脉CTA特征，并分析与心肌缺血及预后之间的关系。在本次研究中，斑块总体积(OR=2.344, 95%CI: 1.235~4.450)、低密度非钙化斑块体积(OR=2.186, 95%CI: 1.406~3.397)、斑块负荷(OR=2.361, 95%CI: 1.184~4.706)为冠心病心肌缺血发生的独立影响因素，表明冠心病患者冠脉CTA特征与心肌缺血的发生存在密切关联，通过观察患者冠脉CTA定量参数，能预测心肌缺血发生风险。其原因在于患者总斑块体积与冠脉狭窄程度存在显著关联，且对血流动力学变化产生影响，故总斑块体积增大，冠心病患者心肌缺血的发生风险显著升高^[10]。低密度非钙化斑块体积也是心肌缺血发生的危险因素，其原因在于非钙化斑块中的脂质成分含有坏死核心，能对局部炎症反应的发生产生促进作用，继而引起血管内皮功能障碍。当内皮功能发生障碍时，血管易出现痉挛、收缩等情况，局部微循环因此受到干扰，致使心肌血液供应不足，心肌缺血发生风险显著升高^[11]。斑块负荷是斑块体积与血管体积的比值，该指标评估斑块体积及心肌缺血的准确性较高。在李建宜^[12]等人研究中，心肌缺血患者斑块负荷显著高于无心肌缺血患者，与本研究结果一致，表明该指标在冠心病心肌缺血中具有较高的应用价值。冠脉CTA结合计算机软件得到心脏冠状动脉的三维图像，还能通过检测斑块CT值，继而对软斑块及钙化斑块进行鉴别，在血管狭窄程度及斑块性质的评估上有显著优势，还能对斑块的稳定性进行辅助性判断^[13]。在张方圆^[14]等人研究中，冠脉CTA相关参数对冠心病患者MACE具有较高的预测价值。与以往研究相似，本研究也分析了斑块特征参数对MACE的预测价值，在本次研究中，MACE组斑块总体积、斑块长度、直径狭窄度、斑块负荷大于无MACE组，钙化斑块体积小于无MACE组，表明冠心病患者冠脉CTA特征与MACE之间存在关联。且ROC曲线结果显示，冠脉CTA定量参数中，低密度非钙化斑块体积、斑块负荷预测冠心病MACE的AUC最高，分别为0.859、0.891；以上指标联合预测的AUC、特异度、灵敏度分别为0.902、87.10%、93.33%。说明冠心病患者冠脉CTA特征对MACE有一定的预测价值，其中低密度非钙化斑块体积、斑块负荷预测效能较高。低密度非钙化斑块体积增大，表明斑块内脂质存在明显增多；据文献报道，斑块脂

质增多，可导致大量炎症细胞生成，炎症细胞所释放蛋白酶及组织因子，能使斑块纤维帽的溶解速度加快，继而对平滑肌细胞发挥激活作用，斑块的不稳定性显著升高，促进MACE的发生^[15]。而斑块负荷增大后，斑块内部斑块内出血发生风险明显升高，斑块脱落发生率也随之升高，可引发血管堵塞等情况，进而发生MACE^[16-17]。

综上所述，基于冠脉CTA的斑块总体积、低密度非钙化斑块体积、斑块负荷为冠心病心肌缺血发生的独立影响因素，且冠脉CTA特征对患者预后具有良好的预测价值。本研究因选取的样本量偏少，以及为单中心回顾性研究，在结果的呈现上存在局限性，后续需扩大样本量，进行多中心前瞻性研究对本研究结论进行论证。

参考文献

- [1] 毛政尧, 毛政栋, 梁慧达. 心脏腺苷负荷磁共振成像与双源CT冠脉造影在冠心病早期诊断中的临床应用分析[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(7): 45-46.
- [2] 于丹丹, 崔萌萌. 多层螺旋CT双低技术扫描对肺动脉血管成像图像质量的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(9): 46-47, 69.
- [3] 丁华永. CTA在冠心病冠脉狭窄程度及斑块状态评估中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(4): 76-78.
- [4] 孙欣杰, 徐怡, 朱晓梅, 等. 基于冠状动脉CTA的FFRCT与斑块特征对冠心病患者主要不良心脏事件的预测价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(4): 296-301.
- [5] 中华医学会. 心血管疾病防治指南和共识2013[M]. 人民卫生出版社, 2011: 125-128.
- [6] 王成立, 黄涛, 梁哲勇. 嘌呤受体P2X配体门控离子通道7与老年高血压合并冠心病患者心肌缺血的关系[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(9): 905-908.
- [7] 王萍, 龙滔, 邵江. 两种血清标志物联合24h动态心电图对老年冠心病并发无症状心肌缺血的诊断价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(9): 934-937.
- [8] 王晶, 王全帮, 杨艳, 等. 冠脉CT血管造影对冠心病患者MACE的预测价值[J]. 心血管康复医学杂志, 2022, 31(4): 418-423.
- [9] 刘鑫, 杨林林, 王一婧, 等. 应用全模型迭代重建技术的低剂量冠脉CTA在疑似冠心病患者中诊断价值的初步研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31(4): 252-257.
- [10] 罗江, 祝唯, 苗涵. 冠脉CT血管成像斑块定量参数预测冠心病患者心肌缺血事件的临床价值[J]. 分子影像学杂志, 2023, 46(2): 347-351.
- [11] 刘雪辉, 吴丽美, 刘达彬, 等. 冠心病患者动脉粥样硬化非钙化斑块的影响因素分析[J]. 国际医药卫生导报, 2021, 27(14): 2084-2088.
- [12] 李建宜, 许琰, 王俊鹏, 等. 冠状动脉CT血管造影在冠心病患者斑块定量评估及预后评估中的应用价值[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(19): 30-32, 36.
- [13] 万书友, 杜灵艳, 郑琦. CTA与DSA评估冠心病冠状动脉狭窄程度的临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(1): 135-138.
- [14] 张方圆, 邱晓晖, 刘艺超, 等. 冠脉CTA相关参数预测冠心病患者主要不良心脏事件的临床价值[J]. 川北医学院学报, 2022, 37(7): 906-909.
- [15] 苗珂, 葛洪, 夏蕾, 等. CT血管造影在冠状动脉狭窄程度及其斑块类型评估中的应用价值[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(2): 116-119.
- [16] 王勇, 武汉志, 常燕翔, 等. 冠心病患者主要不良心脏事件的相关因素及CTA相关参数的诊断价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(8): 82-84.
- [17] 杨喆, 叶刚, 王高生. CCTA与ICA评估冠心病患者冠状动脉斑块特征及其与心肌缺血性损伤的相关性[J]. 西部医学, 2023, 35(7): 1083-1088.

(收稿日期: 2024-04-23)

(校对编辑: 翁佳鸿)