

论 著

冠状动脉CT血管成像定量参数与冠脉病变患者血小板参数及血流动力学状态的关系研究

管 枢^{1,*} 王汇芬¹ 孙 政²

1.郑州市第七人民医院CT室
2.河南省人民医院急诊科 (河南 郑州 450000)

【摘要】目的 分析冠状动脉CT血管成像(CCTA)定量参数与冠脉病变患者血小板参数及血流动力学状态的关系。方法 回顾性选取2023年5月至2024年5月本院收治的83例冠心病患者,所有患者均接受CCTA检查,获取CCTA相关定量参数,血流动力学状态以血流储备分数(FFR)表示,并采用全自动血细胞分析仪测定患者血小板参数,依据FFR值将患者进行分组,比较组间CCTA定量参数、血小板参数的差异,分析CCTA定量参数、血小板参数及FFR之间的关系。结果 将FFR值≤0.80的34例(40.96%)患者纳入为FFR≤0.80组,FFR值>0.80的49例(59.04%)患者纳入为FFR>0.80组。FFR≤0.80组患者斑块总体积、脂质斑块体积、斑块长度均大于FFR>0.80组患者(P<0.05);FFR≤0.80组患者血小板分布宽度、平均血小板体积及血小板积压大于FFR>0.80组患者(P<0.05);CCTA各项定量参数与各项血小板参数成显著正相关(P<0.05),与FFR值成显著负相关(P<0.05);且各项血小板参数与FFR值成显著负相关(P<0.05)。结论 CCTA定量参数和血小板参数存在正相关关系,FFR与上述参数存在负相关关系,与临床可用于指导冠心病患者病变情况的评估。

【关键词】冠脉病变;冠状动脉CT血管成像;血小板参数;血流储备分数;相关性分析
【中图分类号】R331.1+43
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.05.023

Relationship between Quantitative Parameters of Coronary CT Angiography and Platelet Parameters and Hemodynamic Status in Patients with Coronary Artery Lesions

GUAN Shu^{1,*}, WANG Hui-fen¹, SUN Zheng².
1.CT Room, Zhengzhou Seventh People's Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China
2.Department of Emergency, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To analyze the relationship between quantitative parameters of coronary CT angiography (CCTA) and platelet parameters and hemodynamic status in patients with coronary artery lesions.
Methods A total of 83 patients admitted to the hospital for coronary heart disease from May 2023 to May 2024 were reviewed. All patients underwent CCTA and relevant quantitative parameters of CCTA were obtained. The hemodynamic status was reflected by fractional flow reserve (FFR), and platelet parameters were measured using a fully automatic blood cell analyzer. Patients were grouped based on FFR value. The quantitative parameters of CCTA and platelet parameters were compared between groups. The relationship between quantitative parameters of CCTA and platelet parameters and FFR was analyzed. **Results** There were 34 (40.96%) patients with FFR ≤ 0.80 and 49 (59.04%) patients with FFR > 0.80. Total plaque volume, lipid plaque volume, and plaque length of the FFR ≤ 0.80 group were larger than those of the FFR > 0.80 group (P<0.05). Platelet distribution width, average platelet volume, and thrombocytocrit were greater than those in the FFR > 0.80 group (P<0.05). The quantitative parameters of CCTA were positively correlated with platelet parameters (P<0.05), and negatively correlated with FFR (P<0.05). Platelet parameters were negatively correlated with FFR (P<0.05). **Conclusion** There is a positive correlation between quantitative parameters of CCTA and platelet parameters. There is a negative correlation between FFR and above parameters. These parameters can be used to guide clinical evaluation of lesions in patients with coronary heart disease.
Keywords: Coronary Artery Lesion; Coronary CT Angiography; Platelet Parameter; Fractional Flow Reserve; Correlation Analysis

冠心病为临床常见的心血管疾病,主要由于心脏供血血管难以向心肌输送足够血液和氧气等,导致心肌缺血,引发动脉斑块形成以及炎症发作^[1]。冠心病特征在于斑块形成、管腔狭窄等,其发病率逐年增高,因此对冠心病的诊断与治疗一直为临床关注的重点^[2]。目前,冠心病的筛查与诊断“金标准”为冠状动脉造影,但其有创性限制了其在临床上的应用。而冠状动脉CT血管成像(CCTA)由于其无创、便捷等优势逐渐成为诊断冠心病的重要方法。而CCTA相关参数可掌握患者斑块特征以及管腔狭窄程度,在血流动力学方面检查存在一定缺陷^[3]。基于CCTA衍生的无创血流储备分数(FFR)可通过对最大血流量的评估,实现对冠心病患者心肌缺血的准确衡量,弥补了常规CCTA的不足^[4]。此外,临床研究表明^[5],血小板在心血管疾病的进展和预后中发挥重要作用,其产生的多种因子可参与至血栓的形成,加重炎症发生以及心血管疾病严重程度。考虑到上述参数与冠心病之间可能存在某种关联,而目前临床分析CCTA定量参数、血小板参数及FFR之间关联的研究少见。基于此,本研究选取83例患者,分析患者CCTA、血小板及FFR等参数,旨在为临床评估冠心病提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2023年5月至2024年5月本院收治的83例冠心病患者。
纳入标准:符合冠心病诊断标准^[6];年龄范围18~80岁;患者均完成CCTA、无创FFR以及血小板相关检查;患者临床资料完整。排除标准:既往有冠心病相关介入治疗史者;合并心肌病者;合并其他重要脏器功能不全者;合并恶性肿瘤者;检查图像不清晰者。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关内容。83例患者,男性40例、女性43例;年龄41~79(62.71±7.56)岁;身体质量指数(BMI)20.5~28.3(24.29±3.11)kg/m²;高血压28例、高血脂20例、糖尿病16例、饮酒史22例、吸烟史27例。

1.2 方法

1.2.1 CCTA检查 采用Brilliance256层螺旋CT,检查前控制患者心率保持在75次/min以下,患者取仰卧位,扫描前5min左右舌下含服硝酸甘油,使用双筒高压注射器向患者外周静脉内注射非离子型对比剂维显60mL和30mL生理盐水,注射速率5.0mL/s以对比剂示踪法于主动脉根部选择ROI检测CT衰减值,值维100HU时患者屏气,延迟5s自动扫描;扫描范围:主动脉弓上1cm至心脏膈面下1cm,参数设置:管电流自动调节,管电压120kV,层厚0.7mm,准直器宽度64×2×0.6mm,球管旋转时间0.33s/r,机架旋转时间0.28s。将图像数据传入配套工作站进行斑块特征分析,软件计算斑块总体积、脂

【第一作者】管 枢,女,住院医师,主要研究方向:心血管影像研究。E-mail: 13613817001@163.com
【通讯作者】管 枢

质斑块体积、纤维斑块体积、钙化斑块体积、重建指数(RI)、斑块长度、最小管腔面积。

1.2.2 FFR分析 将CCTA数据传输至联影cFFR软件中，软件自动获取冠状动脉树中心线以及管腔，采用深度机器学习模型来预测冠状动脉FFR值，FFR值依据模型训练中依据降阶Navier-Stokes方程^[7]计算流体力学特征所得，通过计算公式获取FFR值。获取的FFR值≤0.80的患者可认定为心肌缺血。

1.2.3 血小板参数 所有患者入院后均采用全自动血细胞分析仪检测血小板分布宽度和平均血小板体积及血小板积压。

1.3 统计学方法 选用统计学软件SPSS25.0进行处理，计数资料采用例(%)表示，比较采用 χ^2 检验；计量资料采用均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，比较采用t检验；参数之间的相关性采用Pearson相关性分析或Spearman相关性分析；检验水准 $\alpha=0.05$ 。

表1 两组冠心病患者一般资料比较[例(%)]

资料	FFR≤0.80组 (n=34)	FFR>0.80组 (n=49)	χ^2/t 值	P值
性别(例)			0.520	0.471
男	18(52.94)	22(44.90)		
女	16(47.06)	27(55.10)		
年龄(岁)	63.19±7.92	62.38±8.02	0.455	0.651
BMI(kg/m ²)	24.49±3.02	24.15±2.83	0.524	0.602
吸烟史(例)	10(29.41)	12(24.49)	0.250	0.617
饮酒史(例)	12(35.29)	15(30.61)	0.201	0.654
高血压(例)	14(41.18)	14(28.57)	1.427	0.232
高血脂(例)	9(26.47)	11(22.45)	0.178	0.674
糖尿病(例)	6(17.65)	10(20.41)	0.098	0.754
总胆固醇(mmol/L)	4.08±1.15	4.01±1.19	0.267	0.790
高密度脂蛋白(mmol/L)	1.10±0.29	1.08±0.30	0.303	0.762
低密度脂蛋白(mmol/L)	2.63±0.62	2.51±0.67	0.827	0.411
三酰甘油(mmol/L)	1.46±0.25	1.41±0.32	0.763	0.448

2 结 果

2.1 两组冠心病患者一般资料比较 将FFR值≤0.80的34例(40.96%)患者纳入为FFR≤0.80组，FFR值>0.80的49例(59.04%)患者纳入为FFR>0.80组。两组患者一般资料均衡可比($P>0.05$)，见表1。

2.2 两组冠心病患者CCTA定量参数比较 FFR≤0.80组患者斑块总体积、脂质斑块体积、斑块长度均大于FFR>0.80组患者($P<0.05$)，见表2。

2.3 两组冠心病患者血小板参数比较 FFR≤0.80组患者血小板分布宽度、平均血小板体积及血小板积压大于FFR>0.80组患者($P<0.05$)，见表3。

2.4 冠心病患者CCTA定量参数、血小板参数以及FFR的相关性分析 CCTA各项定量参数与各项血小板参数成显著正相关($P<0.05$)，与FFR值成显著负相关($P<0.05$)；且各项血小板参数与FFR值成显著负相关($P<0.05$)，见表4、表5。

2.5 影像学资料 见图1-8。

表2 两组冠心病患者CCTA定量参数比较

CCTA定量参数	FFR≤0.80组 (n=34)	FFR>0.80组 (n=49)	t值	P值
斑块总体积(mm ³)	295.54±42.38	244.71±50.79	4.790	<0.001
脂质斑块体积(mm ³)	32.71±8.42	8.24±1.79	19.760	<0.001
纤维斑块体积(mm ³)	152.34±25.41	149.35±22.51	0.564	0.574
钙化斑块体积(mm ³)	60.37±9.28	59.13±8.40	0.634	0.528
斑块长度(mm)	44.72±8.99	35.24±6.73	5.494	<0.001
最小管腔面积(mm ²)	2.33±0.51	2.45±0.49	1.079	0.284
RI	1.06±0.21	1.01±0.25	0.955	0.342

表3 两组冠心病患者血小板参数比较

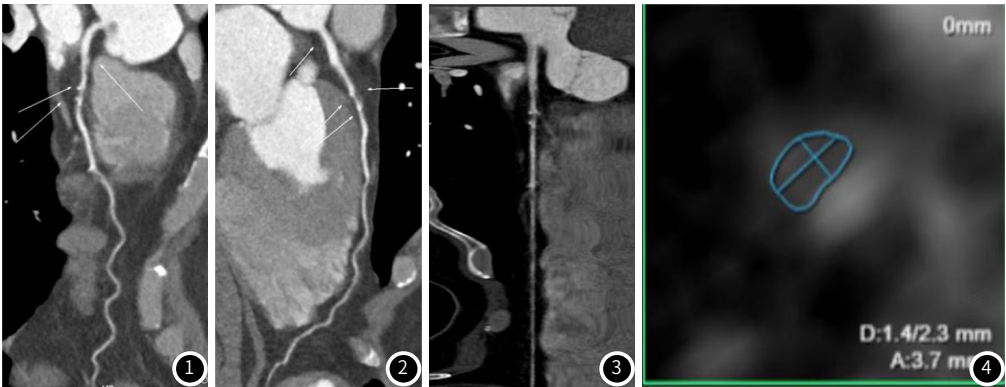
血小板参数	FFR≤0.80组 (n=34)	FFR>0.80组 (n=49)	t值	P值
血小板分布宽度(%)	8.02±1.13	7.24±1.09	3.158	0.002
平均血小板体积(fL)	13.63±2.11	12.03±2.73	2.872	0.005
血小板积压(%)	0.28±0.06	0.23±0.04	4.559	<0.001

表4 冠心病患者CCTA定量参数与血小板参数以及FFR的相关性分析

CCTA定量参数	血小板参数						FFR值	
	血小板分布宽度		平均血小板体积		血小板积压		r	P
	r	P	r	P	r	P		
斑块总体积	0.226	0.041	0.243	0.027	0.333	0.002	-0.427	<0.001
脂质斑块体积	0.225	0.041	0.269	0.014	0.379	<0.001	-0.523	<0.001
斑块长度	0.230	0.037	0.270	0.014	0.224	0.041	-0.416	<0.001

表5 冠心病患者血小板参数与FFR的相关性分析

血小板参数	FFR值	
	r	P
血小板分布宽度	-0.263	0.016
平均血小板体积	-0.304	0.005
血小板积压	-0.307	0.005



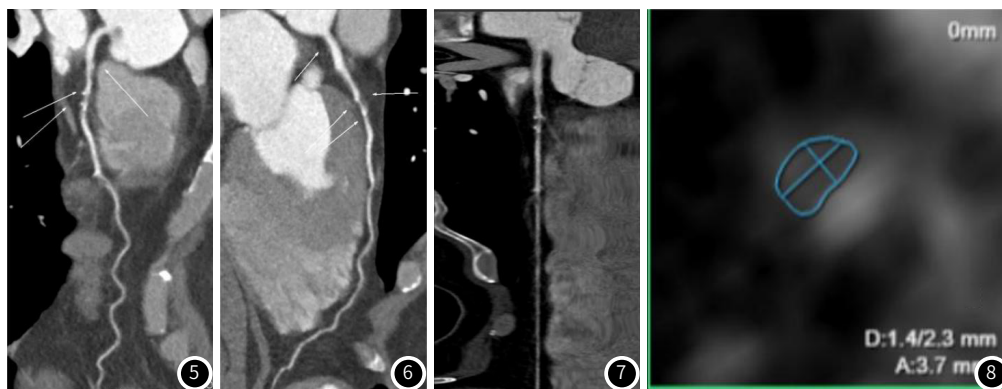


图1-图4: 为同一例患者。图1-2: 前降支多平面重组图像, 显示左前降支(LAD)近端管壁可见一个混合斑块(箭); 图3: 前降支CPR图像; 图4: CPR图像显示斑块的边界(蓝色)及血管断面。图5-图8: 为同一例患者。图5-6: 右冠状动脉多平面重组图像, 显示右冠状动脉(RCA)多发钙化斑块(箭); 图7: 右冠状动脉CPR图像; 图8: CPR图像显示其一斑块的边界(蓝色)及血管断面。

3 讨论

冠心病为临床较为常见的心血管疾病, 主要由于多种危险因素的影响, 导致患者冠状动脉内皮上层细胞损伤, 导致冠状动脉壁沉积, 导致血液内多种细胞增生, 使管腔内粥样斑块堆积促使血管收缩狭窄, 甚至堵塞, 最终导致心肌供血不足^[8]。在我国冠心病具有较高的发病率, 对人类具有较大威胁, 因此针对冠心病诊断治疗的相关研究一直为临床关注的重点。

CCTA为目前临床检测效率较高的影像学诊断方式, 具有扫描速度快、实用性强等特点, 通过非侵入性的血管成像技术, 薄层轴位图像可通过三维重建清晰准确显示冠脉分布情况, 可清晰显示斑块特征^[9]。常规CCTA通过定量描述斑块体积、长度等特征, 实现对冠心病的评估与预测效果^[10]。而基于CCTA衍生的FFR测算为临床一种新式的无创性测量方式, 与有创性FFR具有良好的一致性, 其通过CCTA提供的原始图像, 应用计算流体力学模拟冠脉在静息状态及药物作用下血流动力学状态, 进而获取冠脉血流动力学数据, 对患者心肌血流状态进行评估预测^[11-12]。此外, 临床研究发现^[13], 血小板在白色血栓形成以及炎症反应的发生中发挥重要作用; 血小板的黏附聚集、形态转变等活化作用促进了血栓形成。因此考虑上述三种参数在冠心病患者中存在一定关联。本研究通过患者FFR水平进行分组研究发现, $FFR \leq 0.80$ 组患者斑块总体积、脂质斑块体积、斑块长度均大于 $FFR > 0.80$ 组患者; $FFR \leq 0.80$ 组患者血小板分布宽度、平均血小板体积及血小板积压力大于 $FFR > 0.80$ 组患者; 且CCTA各项定量参数与各项血小板参数成显著正相关, 与FFR值成显著负相关; 且各项血小板参数与FFR值成显著负相关; 上述结果表明, 在FFR值不同的冠心病患者中同样具有不同的CCTA定量参数以及血小板参数, 且参数间存在明显的相关关系; 分析上述原因, 基于CCTA的FFR值反映患者冠脉血流动力学状态, 当其水平小于参考值0.8时可认为患者存在心肌缺血症状, 其数值越低, 心肌缺血症状相应越重^[14]。而冠状斑块特征为冠心病患者最显著的特征之一, 患者斑块的形态、大小、长度均可在一定程度上反映患者冠心病严重程度; 其中纤维斑块、钙化斑块性质相对稳定, 而脂质沉积后形成的斑块稳定性相对较差, 易破裂, 因此可不断堆积增大, 进一步影响心肌血流, 加重心肌缺血^[15-16]。而血小板具有黏附、聚集、释放等多种生理特性, 当血小板被激活时, 往往代表机体需要止血; 激活的血小板在受损细胞处聚集, 导致其分布宽度、平均体积及积压力均升高; 同时活化的血小板在血液中释放血栓素、血小板衍生生长因子等其他活性物质, 促进血液凝固, 最终可导致血栓形成, 加重心肌缺血状态^[17]。因此CCTA定量参数、血小板参数均可间接性影响心肌缺血, 进而CCTA定量参数、血小板参数以及血流动力学状态间均存在关联性。

综上所述, 冠心病患者斑块病变情况可通过CCTA检查, 通过斑块长度、狭窄程度、斑块体积以及重塑指数等定量参数可准确反映斑块病变特征, 且不同心肌缺血状态患者CCRA定量参数以及血小板参数存在差异, 且CCTA定量参数和血小板参数存在正相关关系, FFR与上述参数存在负相关关系, 因此临床可通过上述参数指标对冠心病患者病情进行评估与预测。

参考文献

- [1] 谢相屹, 余慧娟, 孙刚, 等. 瓜蒌薤白半夏汤联合银杏酮酯分散片对冠心病心绞痛患者心电图、MMP-9、EMPs水平的影响分析[J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(5): 65-68.
- [2] 王凯阳, 余小林, 马玲, 等. 甲状腺功能异常对冠心病患者经皮冠状动脉介入治疗后心脏结构及功能的影响: 一项大型单中心回顾性队列研究[J]. 中国全科医学, 2024, 27(27): 3351-3358.
- [3] 张俊彪, 郭军霞, 刘辉. 冠状动脉CT血管成像CCTA斑块定量分析评估老年冠心病患者高危斑块进展的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(4): 69-71.
- [4] 庞智英, 杨飞, 苏亚英, 等. 冠状动脉CT血管成像联合基于CT的血流储备分数预测阻塞性冠心病主要不良心脏事件的价值[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(20): 2675-2680.
- [5] 郭陶陶, 常佳, 申方方. 外周血血小板内皮细胞黏附分子-1、葡萄糖调节蛋白78水平与冠心病患者经皮冠状动脉介入术后支架内再狭窄的关系[J]. 心脑血管病防治, 2024, 24(3): 56-58.
- [6] 中华医学会, 中华医学学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 稳定性冠心病基层诊疗指南(2020年)[J]. 中华全科医师杂志, 2021, 20(3): 265-273.
- [7] 李杨, 冯磊, 齐德林, 等. 冠状动脉CT血流储备分数在冠状动脉狭窄功能学评价中的应用价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(6): 716-720.
- [8] 王子杨, 刘美志, 胡晓贞, 等. 脉通君安汤治疗气虚血瘀型冠心病心绞痛的临床疗效及转录组学研究[J]. 南京中医药大学学报, 2024, 40(4): 419-428.
- [9] 史东星, 王道清, 张卉, 等. CCTA技术下斑块定量分析预测冠心病患者斑块进展的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(2): 73-75.
- [10] 马方伟, 张蕾, 陈首名, 等. 64层CCTA对冠心病患者冠状动脉狭窄的诊断价值[J]. 西部医学, 2023, 35(7): 1079-1082, 1088.
- [11] 滕菲, 刘纯岩, 姜海余, 等. 基于CCTA分析血流储备分数和冠状动脉斑块特征诊断心肌缺血的效能评价[J]. 临床误诊误治, 2023, 36(9): 47-52, 57.
- [12] 苟煜丰, 光雪峰, 戴海龙. 冠状动脉CT血流储备分数在冠心病诊疗中的临床运用价值和进展[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(6): 487-492.
- [13] 王海强, 王磊. 冠心病患者冠脉斑块稳定性与血小板趋化因子水平的关系[J]. 医学临床研究, 2022, 39(9): 1329-1331, 1335.
- [14] 俞江, 郑甲, 陈建州, 等. 血清CysC、CT-1联合FFR值预测冠状动脉中度狭窄冠心病患者PCI术后主要心脏不良事件发生风险的临床研究[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(7): 1306-1311.
- [15] 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.
- [16] 孙欣杰, 徐怡, 朱晓梅, 等. 基于CCTA的冠脉斑块特征参数与血流储备分数的相关性研究[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(12): 2203-2208.
- [17] 陈琛, 严研, 程艳丽, 等. 老年冠心病患者检测血小板参数、C反应蛋白及肿瘤坏死因子- α 的意义[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(13): 3217-3219.

(收稿日期: 2024-09-04)

(校对编辑: 韩敏求)