

论 著

SPECT心肌灌注显像和冠脉CTA对功能相关冠脉病变的诊断价值*

1. 河北省邯郸市第一医院核医学科
 2. 河北省邯郸市第一医院心血管内科
 3. 河北省邯郸市第一医院CT室
 4. 河北省邯郸市第一医院重症医学科
 5. 河北省邯郸市第一医院普外七科
 6. 河北省邯郸市第一医院神经内科
- (河北 邯郸 056002)

石俊岭¹ 张岭岭¹ 信栓力²
程 峰¹ 王桂东³ 赵秀峰²
陈雪果⁴ 刘 冉⁵ 吴银霞⁶

【摘要】目的 分析单光子发射型计算机断层(SPECT)心肌灌注显像(MPI)和冠状动脉CT造影(CCTA)对功能相关冠脉病变(FRCAL)的诊断价值。**方法** 收集我院心血管内科收治的85例疑似冠心病(CAD)患者分别行CCTA和同机SPECT-MPI检查,根据CCTA结果判断冠脉狭窄程度, MPI图像采用17节段5分法分析,于CCTA/MPI融合影像上匹配出心肌血流灌注异常区域与供血冠脉病变情况,评估心肌灌注异常与供血冠脉狭窄程度的相关性。并于15日内行冠脉造影(CAG)诊治,分析CCTA/MPI融合影像诊断FRCAL的价值。**结果** 本组患者中,心肌血流灌注正常7例,轻度、中度、重度灌注异常27例、37例、10例,无灌注4例;共发现灌注异常区87个,其平均血流灌注评分(2.56±0.80)分。87个心肌灌注异常区域中,有12个供血冠脉正常,剩余异常区域平均狭窄率为(66.78±10.25)%,心肌灌注异常越严重,其供血冠脉狭窄程度越高(P<0.05)。相关性分析显示心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度呈明显正相关(P<0.05)。CAG确诊存在FRCAL 66例,以CAG为标准,CCTA/MPI融合影像诊断FRCAL的敏感度、特异度及准确率分别高达92.42%、84.21%、90.59%,明显高于二者单独诊断。**结论** 心肌血流灌注异常与冠脉狭窄密切相关,CCTA/MPI融合影像可用于诊断FRCAL,继而可为CAD的精确诊断提供依据。

【关键词】 单光子发射型计算机断层; 心肌灌注显像

【中图分类号】 R814

【文献标识码】 A

【基金项目】 《2019年度河北省医学科学研究课题计划》, 课题编号: 20191802

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.03.021

通讯作者: 石俊岭

Diagnostic Value of SPECT Myocardial Perfusion Imaging and Coronary CTA for Functionally Relevant Coronary Artery Lesions*

SHI Jun-ling, ZHANG Ling-ling, XIN Shuan-li, et al., Department of Nuclear Medicine, The First Hospital of Handan, Handan 056002, Hebei Province, China

[Abstract] Objective To analyze the diagnostic value of single photon emission computed tomography (SPECT) myocardial perfusion imaging (MPI) and coronary CT angiography (CCTA) for functionally relevant coronary artery disease (FRCAL). **Methods** A total of 85 patients with suspected coronary heart disease (CAD) in vasculocardiology department of our hospital were treated with CCTA and SPECT-MPI with the same machine. The degree of coronary stenosis was diagnosed according to the results of CCTA, the 17-segments 5-sections method was used to analyze MPI imaging, the abnormal area of myocardial perfusion and blood-supply coronary artery lesion were matched on the CCTA/MPI fusion images, the correlation between myocardial perfusion abnormalities and blood-supply coronary artery stenosis was evaluated. Coronary angiography (CAG) was performed within 15 days, the diagnosis value of FRCAL with CCTA/MPI fusion imaging was analyzed. **Results** The patients amounts of myocardial perfusion with normal, mild abnormalities, moderate abnormalities and severe abnormalities were 7, 27, 37 and 10, there were 4 cases without perfusion; 87 perfusion abnormal areas were found, the average blood perfusion score was (2.56±0.80). Of the 87 myocardial perfusion abnormalities areas, 12 had normal coronary blood supply, the average stenosis rate in the residual anomaly area was (66.78±10.25)%. The more severe myocardial perfusion abnormality was, the higher the degree of blood-supply coronary artery stenosis (P<0.05). Correlation analysis showed that myocardial blood perfusion score was significantly positively correlated with the degree of coronary stenosis (P<0.05). There were 66 cases of FRCAL by the CAG diagnosis. Taking CAG as the standard, the sensitivity, specificity and accuracy of diagnosis of FRCAL by CCTA/MPI fusion imaging were as high as 92.42%, 84.21% and 90.59%, respectively. **Conclusion** Myocardial perfusion abnormality is closely related to coronary stenosis. CCTA/MPI fusion imaging can be used to diagnose FRCAL, which helps to provide a basis for accurate diagnosis of CAD.

[Key words] Single Photon Emission Computed Tomography; Myocardial Perfusion Imaging

功能相关冠脉病变(functionally relevant coronary artery lesions, FRCAL)是近年来国外提出的新概念,指冠脉内引发心肌供血异常和(或)心肌细胞功能改变的粥样硬化性病变^[1]。冠心病(coronary artery disease, CAD)的实质是基于冠脉病变基础上发生的心肌供血异常,即FRCAL,因此,临床在诊断冠状动脉狭窄的同时准确了解心肌供血和心肌细胞活性情况具有更大的现实意义^[2]。临床通常通过螺旋CT冠状动脉造影(computed tomography angiography, CCTA)或冠脉造影(coronary angiography, CAG)检查依据冠脉狭窄程度判断CAD;或通过单光子发射型计算机断层(single photon emission computed tomography, SPECT)心肌灌注显像(myocardial perfusion imaging, MPI)依据心肌的血流进行诊断,尤其是MPI能直观显示心肌缺血的部位、范围与程度^[3-4]。目前,国内将MPI与CCTA融合显像用于CAD的临床诊断相关报道尚不多见。为此,本研究以85例疑似CAD患者为对象,分析SPECT-MPI与CCTA对FRCAL的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 将2017年6月~2018年9月期间我院心血管内科收治的85例疑诊CAD患者设为研究对象, 其中男48例, 女37例, 年龄39~75(57.86±10.42)岁, 体质指数(Body mass index, BMI)22~29(25.67±2.34)Kg/m², 合并高血压15例、糖尿病9例、高血脂症8例, 有吸烟史者39例。本研究获得我院伦理委员会审核通过。入选标准:(1)年龄≥20岁;(2)入院时伴有疑似CAD相关症状, 如心前区疼痛或(和)憋闷感, 劳累、受寒、情绪激动时更明显, 呼吸困难、发热、出汗、惊恐、恶心、呕吐等;(3)入院后分别行CCTA和同机SPECT—MPI, 获取二者融合图像(CCTA/MPI), 并于15日内行CAG诊治;(4)对本研究目的和意义知情, 临床资料完善。排除标准:(1)确诊的其他类型心脏病, 如瓣膜性心脏病、先天性心脏病、心肌病、风湿性心脏病等;(2)合并严重的水电解质失衡、心律失常、冠脉钙化以及急性心肌梗死;(3)严重的肺、脑、肝、肾功能不全;(4)确诊的恶性肿瘤、严重血液系统疾病及免疫功能缺陷;(5)对碘造影剂过敏;(6)既往接受冠脉支架植入术或冠脉搭桥手术;(7)脑梗死及其他周围动脉粥样硬化闭塞症;(8)相关影像检查图像质量欠佳或冠脉管壁严重钙化导致难以判断管腔狭窄程度。

1.2 检查方法 (1)CCTA检查: 设备为日本Aquilion ONE TSX-301A 320排CT扫描仪, 检查前患者接受屏气训练以减少运动伪影, 行普通平扫和造影剂增强扫描。检测器校准: 2.0 mm×128.0mm×0.6mm; 扫描条件: 管电流290~560mAs/转, 管电压100~120kV; 采用回顾性心

电门控技术, 螺距自动智能设定范围3.2(0.2)~4.8(0.3), 自隆突下至膈下扫描。肘前静脉以4mL/s的流率团注非离子型造影剂碘海醇(350mgI/mL)120~140mL, 相同流率跟踪注射40mL生理盐水; 以Surestart对比剂跟踪技术于降主动脉选择兴趣区, 对比剂注射后CT值提高140~150HU启动扫描, 采集最佳时相重组冠状动脉图像。通过容积再现、曲面重组、最大密度投影等重建和分析冠状动脉情况。(2)SPECT—MPI检查: 设备为美国GE Discovery NM/CT 670 SPECT/CT仪(双探头), 显像剂为注射用^{99m}Tc-甲氧异脲, 放化纯度不低于90%, 由肘正中静脉注射, 592~740MBq的注射剂量, 注射后给予进食脂餐(口服250mL牛奶), 90min后应用门控技术进行图像采集, 矩阵64×64, 旋转180°采集(6°/帧, 1.4的放大倍数), 采集的图像传输至工作站分析。(3)CAG检

查: 设备为荷兰飞利浦Allura Xper FD20血管造影机, 常规行多体位左、右冠脉造影, 冠脉至少1支主要血管或主要分支狭窄程度≥50%判定为CAG阳性, 反之则为阴性。

1.3 图像观察及评价方法

由两名具备5年以上诊断经验的心内科医师以双盲法阅片, 并取得一致意见。(1)CCTA检查结果与血管直径为标准管腔直径判断冠脉狭窄程度^[6], 根据结果分为4级: 轻度狭窄: 冠状动脉血管腔直径狭窄为26%~50%; 中度狭窄: 冠状动脉血管腔直径狭窄为51%~75%; 重度狭窄: 冠状动脉血管腔直径狭窄程度为76%~99%; 闭塞: 冠状动脉血管腔直径程度为100%。(2)MPI图像分析采用17节段5分法, 血流灌注评分根据放射性缺损(放射性计数减低)严重程度评估, 采用5分制(0~4分)半定量法评分, 灌注正常记0分, 轻度灌注减低记1分,

表1 85例患者灌注异常区分布情况(n)

心肌血流灌注情况	例数	灌注异常区(个)			
		LAD	LCX	RCA	合计
灌注正常	7	0	0	0	0
轻度灌注异常	27	18	2	10	30
中度灌注异常	37	17	2	20	39
重度灌注异常	10	6	1	4	11
无灌注	4	2	0	2	4
合计	85	43	5	36	84

表2 84个灌注异常区供血冠脉狭窄情况分布(n)

灌注异常区	个数	正常冠脉	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄	闭塞
轻度灌注异常	30	11	16	3	0	0
中度灌注异常	39	1	17	19	2	0
重度灌注异常	11	0	2	2	5	2
无灌注	4	0	0	0	1	3
合计	84	12	35	24	8	5

表3 CCTA、MPI单独及融合影像诊断FRCAL的价值(%)

诊断方式	敏感度	特异度	准确率
CCTA	74.42(49/66)	68.42(13/19)	72.94(62/85)
MPI	87.88(58/66)	68.42(13/19)	83.53(71/85)
CCTA/MPI融合	92.42(61/66)	84.21(16/19)	90.59(77/85)

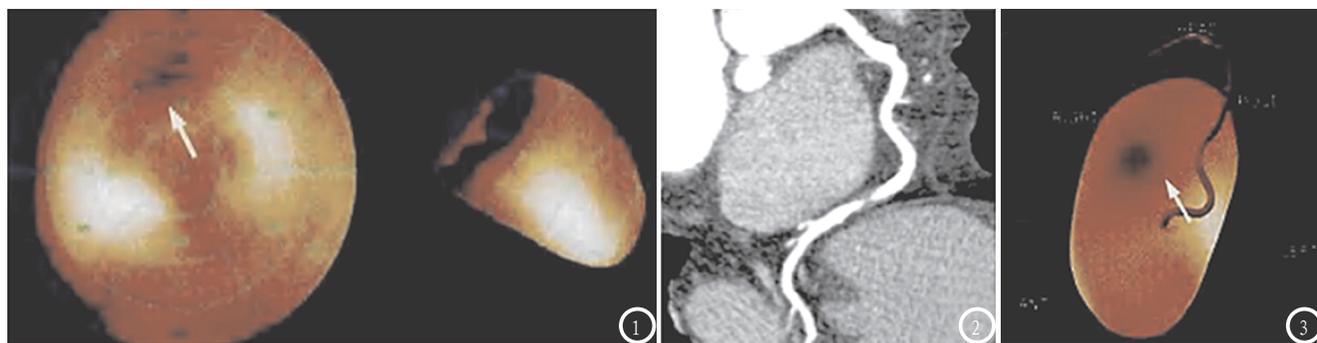


图1-3 最终确诊的CAD患者，男，58岁。图1 为MPI图像所示的LAD供血区缺血(箭)；图2 为CCTA显示该LAD多发钙化并管腔狭窄约53%；图3 为CCTA/MPI融合影像所示的对应病变区域(箭)。

中度灌注减低记2分，重度灌注减低记3分，无灌注记4分。对比病变区域放射性(缺损)与邻近正常心肌，以2个不同轴面像连续2层相同部位出现 ≥ 1 分灌注减低节段视为灌注异常区^[5]。(3)CCTA/MPI融合影像分析，借助融合软件将患者CCTA、MPI图像进行融合，将左心室心肌按冠脉分支供血区分为左前降支(left anterior descending artery, LAD)供血区(前壁、前间隔、心尖部)，左旋支(left circum flex artery, LCX)供血区(侧壁)，右冠状动脉(right coronary artery, RCA)供血区(下壁、后壁及后间隔)，匹配出心肌血流灌注异常区域与其供血冠脉病变情况。

1.4 统计学方法 选用统计学软件SPSS 19.0分析和处理研究数据，灌注异常区、供血冠脉病变情况等计数资料采取率(%)表示，灌注异常区供血冠脉狭窄程度分布采用等级资料秩和检验；血流灌注评分等计量资料采取($\bar{x} \pm s$)表示；采用Spearman相关性分析心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度的关系。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MPI图像分析结果 本组85例患者中，灌注正常7例，另外78例患者中，轻度灌注异常27例、中度灌注异常37例、重度灌

注异常10例、无灌注4例；共发现灌注异常区87个，其平均血流灌注评分(2.56 ± 0.80)分，其中LAD、LCX、RCA血流灌注异常区分别为43个、5个、36个。见表1。

2.2 CCTA/MPI融合影像分析 不考虑7例心肌灌注正常的患者，另78例患者的87个心肌灌注异常区域中，有12个供血冠脉正常(12例患者，包括11个轻度灌注异常区域、1个中度灌注异常区域)；剩余75个灌注异常区域对应供血冠脉轻度狭窄35个、中度狭窄24个、重度狭窄8个及闭塞5个，平均狭窄率为(66.78 ± 10.25)%，经秩和检验分析，心肌灌注异常越严重，其供血冠脉狭窄程度越高($Z=40.99, P < 0.05$)。见表2，图1-3。

2.3 心肌灌注异常与供血冠脉狭窄程度的相关性 Spearman相关性分析显示，心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度呈明显正相关($r=0.641, P < 0.05$)，其中轻度灌注异常组心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度低度相关($r=0.323, P < 0.05$)，中度灌注异常组、重度灌注异常组、无灌注组心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度高度相关($r=0.649, 0.758, 0.671, P < 0.05$)。

2.4 CCTA/MPI融合影像诊断FRCAL的价值 CAG确诊存在FRCAL 66例，以CAG为标准，CCTA/MPI融合影像诊断FRCAL的敏感度、特异度及准确率分别高达92.42%、

84.21%、90.59%，明显高于二者单独诊断。见表3。

3 讨论

CAD是冠状动脉发生严重粥样硬化性狭窄或梗阻，继而引起冠脉供血不足、心肌缺血或梗死的心脏病变，因此FRCAL为CAD确诊的必要条件。同时，随着现代冠状动脉搭桥术与冠状动脉成形术的发展与普遍开展，存活心肌的研究尤为重要，当CAD患者梗死区内血流灌注缺损较轻、存活心肌较多时进行血运重建治疗，心肌细胞逆转及恢复活性的可能性更大^[6-7]。现阶段，对于血流灌注缺损与心肌活性的评价多建议结合SPECT—MPI检查结果，包括静息/负荷显像，可从功能学角度反映心肌血流灌注异常程度、范围等有价值的信息，与超声心动比较，其图像数据的采集可重复，对轻度心肌缺血也有较高的敏感性^[8]。但MPI无法评价冠状动脉的形态学改变，即狭窄程度。而CCTA恰好弥补了这一缺陷，能够显示冠状动脉内粥样硬化性病变位置与管腔狭窄程度，可作出客观分析。因此，联合使用MPI和CCTA对FRCAL、CAD危险度评估，同时兼顾了冠脉管腔的形态学与心肌细胞功能改变，结果更加全面^[9]。

本研究85例疑诊CAD患者分别行CCTA和同机SPECT—MPI，结果

MPI显示心肌血流灌注正常7例,轻度、中度、重度灌注异常27例、37例、10例,无灌注4例;共发现灌注异常区87个,不考虑7例心肌灌注正常的患者,另78例患者的87个心肌灌注异常区域中,有12个供血冠脉正常,包括11个轻度灌注异常区域、1个中度灌注异常区域,之后的相关性分析也显示轻度灌注异常组心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度低度相关($r=0.323$, $P<0.05$),提示轻度心肌轻度灌注异常其供血冠脉可能并未发生狭窄改变,这也说明了CAD是基于冠脉病变基础上发生的心肌血供异常,即FRCAL,而非单一的冠脉狭窄,因此,冠状动脉狭窄的同时可考虑通过MPI评估心肌血供和心肌细胞活性情况^[10]。剩余75个灌注异常区域对应供血冠脉轻度狭窄35个、中度狭窄24个、重度狭窄8个及闭塞5个,平均狭窄率为(66.78 ± 10.25)%,结合灌注异常区平均血流灌注评分(2.56 ± 0.80)分,经秩和检验分析,心肌灌注异常越严重,其供血冠脉狭窄程度越高($Z=40.99$, $P<0.05$),且经Spearman相关性分析,心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度呈明显正相关($r=0.641$, $P<0.05$),其中中度灌注异常组、重度灌注异常组、无灌注组心肌血流灌注评分与冠脉狭窄程度高度相关($r=0.649$, 0.758 , 0.671 , $P<0.05$)。提示心肌血流灌注异常与冠脉狭窄密切相关,尤其是、重度灌注异常程度与冠脉狭窄程度关系更为密切。王浩^[11]等的早期报道曾证实冠状动脉狭窄与心肌灌注缺损存在正相关性。随后付瑛^[12]等的研究显示心肌血流灌注异常区域负荷积分、灌注积分差与冠脉狭窄程度呈正相关($r=0.617$, 0.435 , $P<0.05$),且认为中度灌注异常

与冠脉狭窄程度的密切关系尤为突出。Adriaan^[13]等的报道与之类似。均与本文部分观点具有一致性。而贺毅^[14]等的研究显示心肌血流灌注缺损与冠脉狭窄程度不匹配多集中于中度狭窄患者,而轻度、中度狭窄心肌血流灌注缺损与冠脉狭窄程度多较为匹配,与本文有所不同,考虑与纳入样本量差异有关。

总之,本研究66例通过CAG检查和施行冠脉血管重建术确定存在FRCAL,以此为标准,统计发现CCTA/MPI融合影像诊断FRCAL的敏感度、特异度及准确率分别高达92.42%、84.21%、90.59%,明显高于二者单独诊断,因此证实CCTA/MPI融合影像检查对FRCAL有较高的诊断效能,继而可为CAD诊断提供依据。

参考文献

- [1] Kofoed K F, Sã Rgaard M H, Linde J J. Functional Information in Coronary Artery Disease: The Case of Computed Tomography Myocardial Perfusion [J]. *Current Cardiology Reports*, 2017, 19 (12): 126.
- [2] 董征. 64层CT冠状动脉造影对冠心病患者血运重建前后的评估作用 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15 (5): 54-56.
- [3] Louise Nissen, Simon Winther, Christin Isaksen, et al. Danish study of Non-Invasive testing in Coronary Artery Disease (DanNICAD): study protocol for a randomised controlled trial [J]. *Trials*, 2016, 17 (1): 262-270.
- [4] 钱会绒, 朱刚明, 王青云, 等. MSCT冠脉成像与DSA在支架植入术后再狭窄的对比分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2017, 24 (5): 11-13.
- [5] 彭泽华, 黄际远, 蒲红, 等. 冠状动脉成像与核素心肌显像评价功能相关性冠状动脉病变的对比研究 [J]. *中华心血管病杂志*, 2010, 38 (7): 601-605.
- [6] 黄晗, 刘白鹭. 64层螺旋CT评估冠脉狭窄与左心室功能的临床应用研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2016, 14 (7): 44-46.
- [7] Engbers E M, Timmer J R, Ottervanger J P, et al. Sequential SPECT/CT imaging for detection of coronary artery disease in a large cohort: evaluation of the need for additional imaging and radiation exposure [J]. *Journal of Nuclear Cardiology*, 2017, 24 (1): 1-12.
- [8] 王中娟, 倪建明, 吴文娟, 等. CT冠状动脉造影联合SPECT心肌灌注显像诊断冠状动脉狭窄的互补价值 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2017, 35 (12): 789-790.
- [9] 李勇, 张海山, 胡文强, 等. ATP负荷-(99m)Tc-MIBI门控心肌SPECT显像在冠状动脉临界病变危险分层中的价值 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2018, 26 (6): 626-631.
- [10] Nudi F, Schillaci O, Neri G, et al. Prognostic impact of location and extent of vessel-related ischemia at myocardial perfusion scintigraphy in patients with or at risk for coronary artery disease [J]. *Journal of Nuclear Cardiology*, 2017, 24 (3): 1-11.
- [11] 王浩, 纪盛章, 冯莹印. 多层螺旋CT冠状动脉成像与SPECT心肌灌注显像的相关性研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2011, 30 (3): 430-433.
- [12] 付瑛, 王蓓, 米宏志, 等. SPECT/CT融合影像探究冠心病心肌灌注异常与冠状动脉狭窄的相关关系 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2015, 35 (4): 241-245.
- [13] Adriaan Coenen, Marisa M. Lubbers, Akira Kurata, et al. Diagnostic value of transmural perfusion ratio derived from dynamic CT-based myocardial perfusion imaging for the detection of haemodynamically relevant coronary artery stenosis [J]. *European Radiology*, 2017, 27 (6): 2309-2316.
- [14] 贺毅, 王瑞, 张传臣, 等. CCTA评价冠状动脉狭窄程度与SPECT心肌灌注显像关系的研究 [J]. *实用放射学杂志*, 2015, 31 (2): 219-212.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-11-11