

论 著

SPECT/CT融合显像对冠心病心肌血流异常与冠脉狭窄的关系分析*

1. 河北省邯郸市第一医院

重症医学科 (河北 邯郸 056002)

2. 河北省邯郸市第一医院

核医学科 (河北 邯郸 056002)

陈雪果¹ 张岭岭² 石俊岭²

【摘要】目的 应用SPECT/CT融合显像技术分析冠心病心肌血流异常与冠脉狭窄的关系。**方法** 回顾性分析2017年6月~2019年1月我院收治的134例冠心病患者临床资料, 所有患者均完成核素MPI及CTCA检查, 完成图像重建及图像融合。根据MPI靶心图计算心肌负荷总积分(SSS), 并根据SSS将患者分为轻度灌注异常组、中度灌注异常组、重度灌注异常组。**结果** 134例患者(共有143个血流灌注异常区), 其中轻度灌注异常组71例, 有71个心肌灌注异常区; 中度灌注异常组29例, 33个心肌灌注异常区; 重度灌注异常组34例, 39个心肌灌注异常区。143个血流灌注异常区, 冠脉正常16个, 冠脉狭窄程度<25%、狭窄程度为25%~50%、狭窄程度为51%~74%、狭窄程度为75%~99%及完全闭塞的个数分别为19、23、44、38、3。Spearman相关分析显示, 心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差都和冠脉狭窄程度呈正关联($r=0.598, 0.451, P<0.05$)。各组分析: 轻度灌注异常组、中度灌注异常组、重度灌注异常组心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差与冠脉狭窄程度的相关系数分别为0.438和0.328、0.631和0.482、0.441和0.312。**结论** SPECT/CT融合显像对于功能相关性冠脉病变有重要诊断价值。冠心病心肌血流异常与冠脉狭窄关系密切, 尤以中度灌注异常组显著。

【关键词】 冠心病; 冠状动脉狭窄; 正电子发射计算机断层扫描; 体层摄影术; 心肌灌注显像

【中图分类号】 R541.4; R445.5

【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.1672-5131.2020.04.022

通讯作者: 石俊岭

Analysis of the Relationship Between Myocardial Blood Flow Abnormalities and Coronary Artery Stenosis in Coronary Heart Disease by SPECT/CT Fusion Imaging*

CHEN Xue-guo, ZHANG Ling-ling, SHI Jun-ling. Department of Critical Care Medicine, The First Hospital of Handan, Handan 056002, Hebei Province, China

[Abstract] Objective To analyze the relationship between myocardial blood flow abnormalities and coronary artery stenosis in coronary heart disease by SPECT/CT fusion imaging. **Methods** The clinical data of 134 patients with coronary heart disease who were admitted to the hospital from June 2017 to January 2019 were retrospectively analyzed. All patients underwent nuclide MPI and CTCA examinations and completed image reconstruction and image fusion. The summed stress score (SSS) was calculated according to the MPI bull-eye plot, and the patients were divided into mild perfusion abnormality group, moderate perfusion abnormality group and severe perfusion abnormality group according to SSS. **Results** The 134 patients (a total of 143 abnormal blood perfusion areas) were divided into 71 patients (mild perfusion abnormality group, 71 abnormal perfusion areas), 29 patients (moderate perfusion abnormality group, 33 abnormal perfusion areas) and 34 patients (severe perfusion abnormality group, 39 abnormal perfusion areas). In 143 abnormal blood perfusion areas, 16 coronary arteries were normal. The numbers of coronary arteries with stenosis <25%, stenosis of 25%~50%, stenosis of 51%~74%, stenosis of 75%~99% and total occlusion were 19, 23, 44, 38 and 3, respectively. Spearman correlation analysis showed that the load integral and perfusion integral difference of abnormal myocardial blood flow areas were positively correlated with the degree of coronary artery stenosis ($r=0.598, 0.451, P<0.05$). The correlation coefficients of the load integral and perfusion integral difference of abnormal myocardial blood flow areas with the degree of coronary artery stenosis in mild perfusion abnormality group, moderate perfusion abnormality group and severe perfusion abnormality group were 0.438 and 0.328, 0.631 and 0.482, 0.441 and 0.312. **Conclusion** SPECT/CT fusion imaging is of great diagnostic value for function related coronary artery lesions. Myocardial blood flow abnormalities in coronary heart disease are closely related to coronary artery stenosis, especially in the moderate perfusion abnormalities.

[Key words] Coronary Heart Disease; Coronary Artery Stenosis; Positron Emission Tomography; Tomography; Myocardial Perfusion Imaging

对于冠心病的诊断, 临床上的影像学手段主要包括2大类, 即解剖学与功能学影像, 前者以冠状动脉CT成像(CTCA)为代表, 观察对象为冠脉血管, 后者基于心肌灌注或心肌代谢变化进行成像, 包括核素心肌灌注显像(MPI)、心肌代谢显像^[1]。SPECT/CT技术同时融合冠脉解剖成像与心肌功能成像, 不仅能够显示冠脉血管病变, 还能够评价心肌血流灌注状况, 在临床冠心病诊断中应用逐渐广泛^[2]。冠脉狭窄与心肌灌注反映冠心病的不同病理生理, 临床发现, 在冠心病患者中, 冠脉严重狭窄者心肌灌注可能正常, 而冠脉正常者也可能存在心肌缺血, 提示二者可能并不完全相关^[3]。因此, 关于冠心病患者冠脉狭窄与心肌血流异常的关系成为临床制定治疗方案过程中关注的重点。本研究回顾性分析134例冠心病患者临床资料, 探讨应用SPECT/CT融合显像技术分析冠心病心肌血流异常与冠脉狭窄的关系, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2017年6月~2018年11月我院收治的134例冠心病患者。纳入标准：(1)经冠脉造影明确诊断；(2)MPI结果显示阳性；(3)完成同机CTCA检查；(4)签署同意书。排除标准：(1)对碘对比剂过敏者；(2)心律不齐者；(3)肾功能不全者；(4)CTCA检查显示存在肌桥；(5)心肌病患者；(6)既往有冠脉介入术或冠脉搭桥手术史者；(7)图像质量不佳难以做出相关判断者。其中男81例，女53例，年龄18~80(58.36±13.58)岁。

1.2 检查方法 所有患者均行静息/负荷MPI，仪器均为GE Discovery NM/CT 670型SPECT/CT扫描仪。采用静息/潘生丁负荷两日法方案，首日行静息心肌灌注显像，次日行潘生丁负荷心肌灌注显像。静息显像时，患者经肘静脉注射740 MBq ^{99m}Tc -MIBI(江苏省原子医学研究所江原制药厂)，注射后30分钟进食脂肪餐，1.5h后行静息MPI扫描。第2天行潘生丁负荷MPI，潘生丁负荷试验前24h停止使用硝酸酯类药物、 β 受体阻滞剂、钙离子拮抗剂和氨茶碱类药物等。根据患者体重予以0.56mg/kg静脉缓慢注射，4分钟内注射完，此后3分钟时注射 ^{99m}Tc -MIBI 740 MBq，药物负荷检查方法同静息一致。全程监测患者血压、心率及临床症状。在Xeleris工作站重建得到左心室短轴、水平长轴和垂直长轴图像。

患者于7d内行同机CTCA检查：调整患者心率，控制静息心率在60次/min以下，静脉予以碘普罗胺(优维显，国药准字J20100027，拜耳医药保健有限公司)，剂量为80~100ml，注射速率为5.0ml/s；参数：电压为120kV，电流为800mA，矩阵为

512×512，采用对比剂示踪技术触发扫描。扫描完成后，将图像上传至工作站，完成图像重建及图像融合。

1.3 图像处理 核素MPI图像：将静息-负荷MPI图像划分为17节段靶心图，由2名高年资核医学科医师进行阅片，判断心肌血流异常区域。行感兴趣区(ROI)勾画，以左心室肌最大计数区作为正常参考区域，计算病变处放射性计数百分比(=靶区放射性计数/正常参考区放射性计数×100.00%)，根据病变处放射性计数百分比进行靶心图评分，分5个级别： $\geq 80\%$ ，判定为正常，计0分；为65%~79%，判定为轻度减低，计1分；为50%~64%，判定为中度减低，计2分；为30%~49%，判定为重度减低，计3分； $\leq 29\%$ ，判定为放射性缺损，计4分。根据心肌各个节段评分计算负荷总积分(SSS)、静息总积分(SRS)、灌注积分差(SDS)。并按SSS对患者进行分组，SSS为0~3分、4~8分、9~13分、 > 13 分依次为正常组、轻度灌注异常组、中度灌注异常组、重度灌注异常组。

CTCA：应用回顾性心电门控技术，对原始数据进行心动周期R波的45%、75%期相，并应用曲面重建(CPR)、最大密度投影(MIP)等后处理技术进行心脏三维重建，评价冠脉血管状况。图像由2名高年资放射科医师进行阅读，判定冠脉狭窄程度。评价采用Ellis's分级标准^[4]：狭窄 $< 25\%$ ，判定为内膜增厚，1分；狭窄25%~50%，轻度狭窄，2分；狭窄51%~74%，中度狭窄，3分；狭窄75%~99%，重度狭窄，4分；管腔闭塞，5分。

融合影像：进行负荷MPI、CTCA图像融合处理。根据冠脉分

支情况将左心室心肌分成LAD供血区(包括前壁各段、前间壁中段和基底段、间壁心尖段、心尖部)、LCX供血区(包括侧壁心尖段、前后侧壁中段和基底段)、RCA供血区(包括后间壁中段和基底段、下壁各段)。融合匹配出心肌血流异常区及其对应的供血冠状动脉。

1.4 统计学分析 使用SPSS 20.0软件。冠心病患者心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差与冠脉狭窄程度的相关性分析应用Spearman相关系数法进行；以双侧 $P < 0.05$ 为存在统计学差异。

2 结果

2.1 负荷-静息MPI 134例患者，共存在143个血流灌注异常区。根据SSS进行分组，其中轻度灌注异常组71例，有71个心肌灌注异常区；中度灌注异常组29例，33个心肌灌注异常区；重度灌注异常组34例，39个心肌血流灌注异常区。143个血流灌注异常区中，存在于LAD供血区、LCX供血区、RCA供血区分别有99个、21个、23个。

2.2 CTCA 134例患者，共402支冠脉血管(以3支主要冠状动脉计)，其中正常冠脉、狭窄 $< 50\%$ 、狭窄 $\geq 50\%$ 分别192支、95支、115支。

2.3 融合影像 16个心肌灌注异常区供血冠脉正常，排除在外。轻度灌注异常组：59个灌注异常区存在供血冠脉狭窄，其中狭窄程度 $< 25\%$ 、狭窄程度为25%~50%、狭窄程度为51%~74%、狭窄程度为75%~99%的个数分别为16、13、24、6。中度灌注异常组：30个灌注异常区存在供血冠脉狭窄，其中狭窄程度 $< 25\%$ 、狭窄程度为25%~50%、狭窄程度为51%~74%、狭窄程度

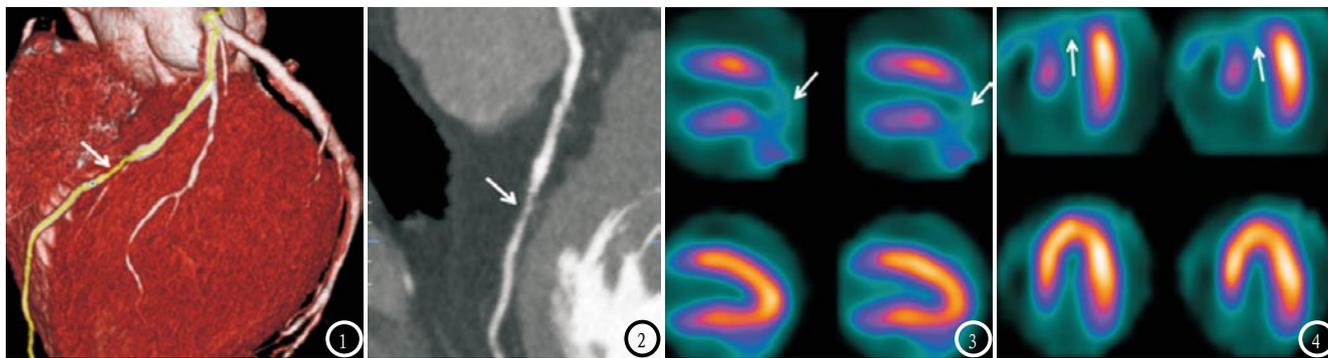


图1-4 患者,男60岁。CTCA显示左前降支中段软斑块,开口狭窄约60%。图1-2 箭头所示。图1 为容积再现图像;图2为曲面重建图像;SPECT垂直长轴显示左心室心尖段心肌可逆性缺损。图3 箭头所示。上排为负荷显像,下排为静息显像;SPECT水平长轴显示左心室心尖段心肌缺血;图4 箭头所示。上排为负荷显像,下排为静息显像。

为75%~99%及完全闭塞的个数分别为1、5、12、11、1。重度灌注异常组:38个灌注异常区存在供血冠脉狭窄,其中狭窄程度<25%、狭窄程度为25%~50%、狭窄程度为51%~74%、狭窄程度为75%~99%及完全闭塞的个数分别为2、5、8、21、2。

2.4 相关性分析 Spearman相关分析显示,心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差都和冠脉狭窄程度呈正关联($r=0.598$ 、 0.451 , $P<0.05$)。各组分别分析:轻度灌注异常组心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差均与冠脉狭窄呈正关联($r=0.438$ 、 0.328 , $P<0.05$);中度灌注异常组心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差均与冠脉狭窄呈正关联($r=0.631$ 、 0.482 , $P<0.05$);重度灌注异常组心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差均与冠脉狭窄呈正关联($r=0.441$ 、 0.312 , $P<0.05$)。

2.5 典型图例 见图1-4。

3 讨论

功能相关性冠脉病变(FRCAL)是近些年临床上出现的关于冠心病的新概念,是指由心肌灌注不足及心肌功能异常改变引起的冠脉病变。根据冠脉造影获取的血流储备分数(FFR)虽有助于评价冠

脉血流状况,但由于其属于有创操作,且检查费用昂贵,临床应用受限。此外,对于冠脉多发斑块的诊断,FFR的评价也存在局限性。本研究应用SPECT/CT评价冠心病患者心肌缺血状况,并发现心肌血流异常区负荷积分和冠状动脉病变程度呈正相关。SPECT/CT显影技术是评价FRCAL的重要手段。王中娟等^[5]研究也显示,应用SPECT/CT显影技术可很好地诊断FRCAL。

关于心肌血流异常和FRCAL之间的相关性,国外已有系列研究。Chiribiri等^[6]以67例冠心病患者为研究对象,均完成CTCA及MR负荷心肌灌注成像(MR MPI)检查,分析发现心肌灌注梯度和FFR具有正关联。本研究显示,心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差都和冠脉狭窄程度呈正关联,与Chiribiri等报道类似。Schaap等^[7]研究亦表明,CTCA判断的斑块和心肌缺血有着紧密联系。本研究中,与轻度灌注异常组、重度灌注异常组相比,中度灌注异常组心肌血流异常区负荷积分、灌注积分差均与冠脉狭窄的相关性更为显著;提示在中度灌注异常组中,心肌血流异常或许主要由冠脉狭窄引起,而对于轻度灌注异常组及重度灌注异常组,心肌灌注异常的诱因不单单由冠脉狭窄决定,还可能在很大程度上

受其他因素影响,因此在分析该类患者心肌灌注异常时,仅考虑冠脉狭窄,可能会存在偏差,需同时行CTCA及MPI检查。

核素MPI是临床用于评价心肌血流状况的重要影像手段,其准确性得到众多研究证实^[8-9]。本研究将其应用于冠心病诊断中,并引入其评分系统对心肌血流异常进行量化评价。另外,本组患者所应用的SPECT/CT融合显像作为一站式影像检查手段,有如下功能^[10-11]:(1)有助于为冠脉狭窄<50%患者提供重要诊断信息;(2)在冠脉狭窄≥50%且属于FRCAL的诊断中,对于评估支架置入的必要性评估有重要作用;(3)用于冠脉狭窄≥50%且排除FRCAL的患者诊断,避免患者采取有创的冠脉造影;(4)同机完成完成图像采集及融合,有助于图像的配准,提高图像分辨率及融合的精度。

综上所述,本研究显示冠心病心肌血流异常与冠脉狭窄关系密切。本研究亦存在不足,主要体现在中度血流灌注异常组与重度血流灌注异常组样本量相对较小,可能引起结果波动,未来有待扩大样本量进一步分析,以提高结果说服力。

参考文献

[1] 负荷动态CT心肌灌注结合冠状动

- 脉CT血管成像对冠心病心肌缺血的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(4): 246-250.
- [2] 陆昇, 周啸虎. 双源CT在评估冠心病患者存活心肌的临床应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(12): 28-30.
- [3] 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): 219-222.
- [4] Ellis S G, Vandormael M G, Cowley M J, et al. Coronary morphologic and clinical determinants of procedural outcome with angioplasty for multivessel coronary disease. Implications for patient selection. Multivessel Angioplasty Prognosis Study Group. [J]. Circulation, 1990, 82(4): 1193-1202.
- [5] 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, 37(12): 789-790.
- [6] hiribiri A, Hautvast GL, Lockie T, et al. Assessment of coronary artery stenosis severity and location: quantitative analysis of transmural perfusion gradients by high-resolution MRI versus FFR [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2013, 6(5): 600-609.
- [7] chaap J, de Groot JA, Nieman K, et al. Hybrid myocardial perfusion SPECT/CT coronary angiography and invasive coronary angiography in patients with stable angina pectoris lead to similar treatment decisions [J]. Heart, 2013, 99(3): 188-194.
- [8] 256层CTCA结合负荷/静息核素MPI探讨心肌桥对心肌供血的影响[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(1): 51-54.
- [9] 焦建, 牟甜甜, 董薇, 等. 早发冠心病核素心肌灌注显像阳性患者临床特点分析 [J]. 心肺血管病杂志, 2017, 36(3): 222-225.
- [10] 袁建伟, 冯彦林, 张培培, 等. SPECT/CT心肌灌注显像在症状性冠状动脉心肌桥患者中的临床价值[J]. 广东医学, 2015, 36(20): 3137-3140.
- [11] 刘爱国, 李国明, 高玉红, 等. 冠心病患者冠状动脉狭窄程度与心肌缺血总负荷的关系 [J]. 山东医药, 2018, 58(22): 48-50.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2018-12-12