

论 著

SPECT心肌灌注显像和冠脉CTA及其融合图像对冠心病的诊断价值比较*

1. 河北省邯郸市第一医院核医学科
(河北 邯郸 056002)2. 河北省邯郸市第一医院重症医学科
(河北 邯郸 056002)3. 河北省邯郸市第一医院普外七科
(河北 邯郸 056002)2. 河北省邯郸市第一医院神经内科
(河北 邯郸 056002)张岭岭¹ 石俊岭¹ 陈雪果²
刘冉³ 吴银霞⁴ 程峰¹

【摘要】目的 比较单光子发射型计算机断层(SPECT)心肌灌注显像(MPI)和冠脉CT血管造影(CCTA)及其融合图像对冠心病的诊断价值。方法 选取2017年6月至2018年10月我院疑诊冠心病患者70例,均行SPECT/CT心肌灌注显像和CCTA检查,并于15日内行冠脉造影(CAG)诊治,分析其影像特点及对冠心病的诊断价值。结果 70例患者中MPI提示正常、异常分别5例、65例,其中心肌缺血60例,心肌梗死5例,共210个节段,节段灌注异常68段,灌注正常142段,灌注异常节段心肌血流量(MBF)、心肌血容量(MBV)低于灌注正常节段,而达峰时间(TTP)较灌注正常节段延长($P < 0.01$);CCTA发现冠脉异常、正常分别53例、17例,其中93个节段异常,冠脉狭窄 $\geq 50\%$,117个节段正常;MPI/CCTA融合影像提示,冠脉异常(存在功能相关冠脉狭窄)56例、正常14例,以CAG为诊断金标准,MPI/CCTA融合影像诊断冠心病的灵敏度、特异度、准确度均明显高于MPI及CCTA($P < 0.05$)。结论 MPI与CCTA对冠心病均有较好诊断效能,尤其是MPI/CCTA融合显像可明确冠脉狭窄与其功能状态的关系,提高功能相关冠脉病变检出率,有望成为冠心病诊断的首选方法。

【关键词】单光子发射型计算机断层;心肌灌注显像;冠脉CTA;融合;冠心病

【中图分类号】R541.4; R445.3; 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:2019
1802)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.04.020

通讯作者:石俊岭

Comparison of SPECT Myocardial Perfusion Imaging, Coronary CTA and Their Fusion Images in the Diagnosis of Coronary Heart Disease*

ZHANG Ling-ling, SHI Jun-ling, HEN Xue-guo, et al., Department of Nuclear Medicine, The First Hospital of Handan, Handan 056002, Hebei Province, China

[Abstract] **Objective** To compare the diagnostic value of single photon emission computed tomography (SPECT) myocardial perfusion imaging (MPI), coronary CT angiography (CCTA) and their fusion images in coronary heart disease. **Methods** 70 patients with suspected coronary heart disease in our hospital from June 2017 to October 2018 were chosen. All patients were given SPECT/CT myocardial perfusion imaging and CCTA examination. Coronary angiography (CAG) was performed with in 15 days, the image characteristics and diagnostic value of coronary heart disease were analyzed. **Results** Among the 70 patients, MPI showed 5 normal and 65 abnormal patients, including 60 cases of myocardial ischemia, 5 cases of myocardial infarction, 210 sections, 68 sections of abnormal perfusion, 142 sections of normal perfusion, myocardial blood flow (MBF) and myocardial blood volume (MBV) in the abnormal perfusion segment were lower than those in the normal perfusion segment, the peak time (TTP) was longer than that in the normal perfusion segment ($P < 0.01$). CCTA found there were coronary artery abnormalities and normal of 53 cases and 17 cases respectively, of which 93 segments were abnormal, coronary stenosis was greater than or equaled to 50%, 117 segments were normal; MPI/CCTA fusion images suggested that there were coronary artery abnormalities (function-related coronary stenosis) and normal of 56 cases and 14 cases respectively, taking CAG diagnosis as the gold standard, the sensitivity, specificity and accuracy of coronary heart disease by MPI/CCTA fusion diagnosis were significantly higher than those by MPI and CCTA ($P < 0.05$). **Conclusion** Both MPI and CCTA have good diagnostic efficacy for coronary heart disease, especially the fusion imaging of MPI/CCTA can confirm the relationship between coronary stenosis and functional status, improve the detection rate of functionally relevant coronary artery lesions, it may become the first choice for the diagnosis of coronary heart disease.

[Key words] SPECT; Myocardial Perfusion Imaging; Coronary CTA; Fusion; Coronary Heart Disease

随着我国经济发展,冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)已成为危害人类健康的严重心血管疾病,在诊断时不仅需要了解心脏及冠脉血管解剖信息,也需从冠脉病变血流动力学方面指导临床诊断与治疗^[1]。目前主要通过冠状动脉CT血管成像(Coronary computed tomography angiography, CCTA)或冠脉造影检查依据冠脉狭窄程度判断冠心病,或通过单光子发射计算机断层(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^[2],但CCTA容易高估血管狭窄程度、对钙化严重者评价受限,而MPI可通过视觉与半定量方法评价心肌缺血,但无法显示冠脉病变及斑块形态与分布情况^[3],因此有望将二者融合以探测冠脉解剖形态病变同时评价其对心肌缺血的影响^[4]。本文主要分析SPECT心肌灌注显像和冠脉CTA及其融合图像对冠心病的诊断价值,结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2017年6月至2018年10月我院疑诊冠心病患者70例, 纳入标准: (1) 年龄 ≥ 18 岁, 且CCTA提示任意1支或1支以上冠状动脉狭窄50%~80%; (2) 有冠心病危险因素, 如糖尿病、高血压、血脂异常、吸烟史、冠心病家族史, 但无支架植入、冠脉搭桥史; (3) 均签署书面知情同意书。其中男51例, 女19例; 年龄38~76岁, 平均 (57.14 ± 5.83) 岁; 冠心病危险因素: 高血压50例, 血脂异常36例, 陈旧性心肌梗死6例, 吸烟史32例, 冠心病家族史8例, 均行SPECT/CT心肌灌注显像和CCTA检查, 并于15日内行冠脉造影(CAG)诊治。

1.2 方法

1.2.1 检查方法: (1) SPECT-MPI检查: 采用Discovery NM/CT 670型SPECT/CT扫描仪(美国, GE), 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 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -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, 潘生丁试验前1~2d停用硝酸酯类药物、 β 受体阻滞剂、钙离子拮抗剂和氨茶碱类药物等。按照0.56mg/kg静脉缓慢注射, 4分钟内注射完, 此后3分钟时注射 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -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。

MPI方法: 先行静息门控显像: 安静状态下注射 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI, SPECT双探头配置平行孔低能高分辨型准直器, 双探头成L型, 依据

人体轮廓绕心脏旋转、心电门控采集180°, 有效视野覆盖心脏, 采集矩阵 64×64 , 能峰设置为140keV, 窗宽20%。

(2) CCTA检查: 采用Aquilion ONE TSX-301A型CT扫描仪(日本)行CCTA, 采用心电门控触发模式, 管球旋转速度0.45s/圈, 管电压120kV, 管电流800mAS/slice, 层厚0.5mm, 矩阵 512×512 , CCTA前以 β 受体阻滞剂控制心率在65次/min以下, 呼吸训练后高压注射器注入80mL对比剂, 以智能软件追踪扫描技术采集, 行最大密度投影法(MIP)、曲面重建法(CPR)重建, 同时常规

行CAG。

1.2.2 图像后处理及分析:

(1) MPI图像传入GE Xeleris工作站, 调用心脏软件包进行图像重建, 以迭代重建法重建心脏水平长轴、垂直长轴及短轴图像, 获得灌注图像, 由2名工作经验达3年以上的核医学医师在不知患者CCTA情况下诊断并取得一致结果, 采用17节段5分法, 0分为灌注正常, 1~4分为灌注异常, 对心肌血供做定性和半定量评价, 定义3支主要冠脉供血心肌节段, 负荷/静息心肌灌注显像见心肌“可逆性”缺损判读为心肌缺血, 示心肌“不可逆性”缺损判

表1 MPI影像特点分析

灌注结果	节段数	MBF (ml/100ml · min)	MBVMBF (ml/100ml)	TTP (s)
灌注异常节段	68	80.45 ± 8.87	9.04 ± 1.32	12.45 ± 1.27
灌注正常节段	142	134.59 ± 13.88	12.56 ± 1.37	10.89 ± 1.16
t值		29.399	17.627	8.841
P值		0.000	0.000	0.000

表2 患者水平上MPI、CCTA及其融合图像诊断冠心病的价值比较

诊断方法	分类	CAG		合计
		异常	正常	
MPI	异常	50	15	65
	正常	0	5	5
CCTA	异常	42	11	53
	正常	8	9	17
MPI/CCTA融合	异常	50	6	56
	正常	0	14	14

注: 患者水平上, MPI、CCTA及其融合图像诊断冠心病的灵敏度分别为100.00%(50/50)、84.00%(42/50)、100.00%(50/50), 特异度分别为25.00%(5/20)、45.00%(9/20)、70.00%(14/20), 准确度分别为78.57%(55/70)、72.86%(51/70)、91.43%(64/70)。

表3 节段水平上MPI、CCTA及其融合图像诊断冠心病的价值比较

诊断方法	分类	CAG		合计
		异常	正常	
MPI	异常	57	11	68
	正常	49	93	142
CCTA	异常	83	10	93
	正常	23	94	117
MPI/CCTA融合	异常	94	8	102
	正常	12	96	108

注: 节段水平上, MPI、CCTA及其融合图像诊断冠心病的灵敏度分别为53.77%(57/106)、78.30%(83/106)、88.68%(94/106), 特异度分别为89.42%(93/104)、90.38%(94/104)、92.31%(96/104), 准确度分别为71.43%(150/210)、84.29%(177/210)、90.48%(190/210)。

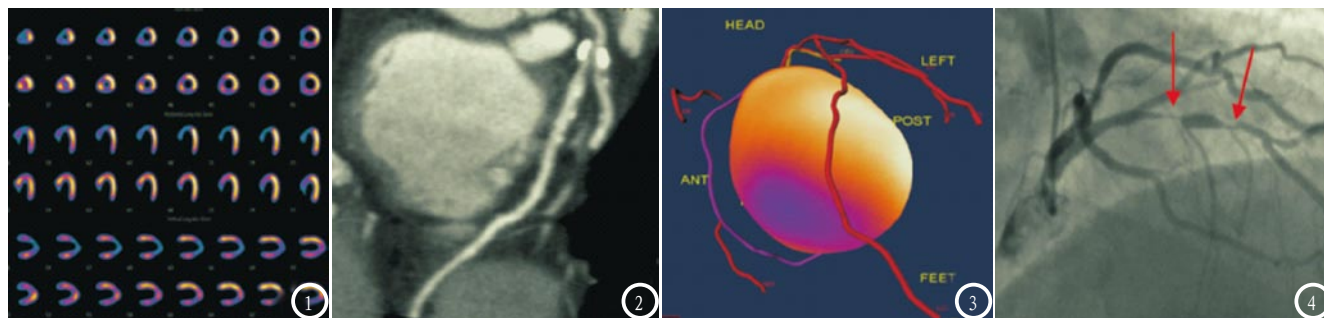


图1-4 患者男, 57岁。图1 给药后静息MPI图像, 左前降支动脉见可逆性灌注缺损(心肌缺血); 图2 CCTA显示经常规冠状动脉造影证实的病变; 图3 SPECT/CT融合图像, CCTA显示的左前降支动脉狭窄与MPI缺血相匹配; 图4 CAG造影结果, 箭头所示为左前降支病变。

读为心肌梗死。(2)CCTA: 依据图像质量分为完美、良好、中等、差四个等级, 但不影响诊断, 冠脉节段划分依据美国心脏协会提出的15分段法进行统计, CAG及CCTA冠脉管腔直径狭窄 $\geq 50\%$ 定义为有临床意义。功能相关冠脉病变: CAG或CCTA冠脉狭窄 $\geq 50\%$ 且该冠脉供血相应心肌节段在MPI上呈“可逆性”灌注缺损表现。

1.3 观察指标 (1)分析MPI影像特征, 比较灌注异常与灌注正常节段的心肌灌注量化指标, 包括心肌血流量(MBF)、心肌血容量(MBV)、达峰时间(TTP); (2)分析CCTA影像特点; (3)评估MPI、CCTA及两者融合显像对冠心病的诊断价值。

1.4 统计学方法 采用SPSS19.0软件处理数据, 计数资料以%表示, 采取 χ^2 检验, 计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 行t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MPI影像特点分析 70例患者中MPI提示正常、异常分别5例、65例, 其中心肌缺血60例, 心肌梗死5例; 共210个节段, 节段灌注异常68段, 灌注正常142段, 依据3支主要冠状动脉血管相应供血心肌节段划分, 有可逆性缺损节段: 左前降支43段、左旋支11段、右冠状动脉8段, 有固定性缺损节段: 左前支3段、右冠状

动脉3段。灌注异常节段MBF、MBV低于灌注正常节段, 而TTP较灌注正常节段延长($P < 0.01$)。见表1。

2.2 CCTA影像特点分析 CCTA发现冠脉异常、正常分别53例、17例, 其中93个节段异常, 冠脉狭窄 $\geq 50\%$, 117个节段正常。

2.3 诊断冠心病的价值分析 CAG提示冠脉异常50例, 正常20例, 节段正常段106段, 狭窄段104段。MPI与CCTA融合影像提示, 冠脉异常(存在功能相关冠脉狭窄)56例、正常14例, 其中49例MPI及CCTA均显示异常, MPI阳性组中CCTA阳性占75.38%(49/65), 在MPI阴性组4例MPI正常而CCTA异常8例0.00%(4/5)。以CAG为诊断金标准, 在患者及节段水平上, MPI/CCTA融合诊断冠心病的灵敏度、特异度、准确度均高于单一的MPI及CCTA($P < 0.05$)。见表2、表3。

2.4 典型病例 见图1-4。

3 讨论

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, 为冠脉内引发心肌血供异常和(或)心肌细胞功能改变所致的粥样硬化性病变^[5], 冠心病的实质是基于冠脉病变基础上发生的心肌血供异常, 但因冠脉病变与

心肌血供异常并非呈正相关, 因而临床在诊断冠脉病变时, 准确了解心肌血供和心肌细胞活性有重要现实意义^[6]。CCTA及MPI是诊断冠心病的主要方法, 但其存在本质上区别, MPI多从视觉、半定量方法评估心肌血供, 而CCTA可直接显示冠脉狭窄形态与分布情况, SPECT/CT的问世, 实现一站式完成MPI/CCTA融合显像, 在评估冠脉解剖形态学病变同时评估心肌血供情况^[7]。

本次研究结果显示, 70例患者中MPI提示正常、异常分别5例、65例, 其中心肌缺血60例, 心肌梗死5例, 而CAG显示冠脉异常50例, 正常20例, 其中49例MPI及CCTA均显示异常, MPI阳性组中CCTA阳性占75.38%, 提示心肌缺血多数由阻塞性冠脉病变引起, 本研究也发现在MPI阴性组4例MPI正常而CCTA异常80.00%(4/5), 因此SPECT可直观反映心肌缺血部位, 为国际上公认的冠心病诊断、危险分层的可靠、无创性影像手段, 但MPI阴性也不能排除冠脉粥样硬化和/或狭窄甚至是冠脉明显狭窄的存在, 当以CAG为诊断标准时, MPI阳性而CAG阳性, 即所谓的MPI假阳性不一定为假阳性, 此时结合CCTA可能起到互补作用, 此外MPI的重要价值也体现在其对冠心病病变范围及危险程度、预后评估方面^[8]。

MBF及MBV均可直观反映心肌血流灌注状态, 而TTP延长可从侧

面反映心肌血流灌注缓慢,本研究70例患者中,共210个节段,MPI显示节段灌注异常68段,灌注正常142段,而灌注异常节段MBF、MBV低于灌注正常节段,TTP较灌注正常节段长,这与高扬等^[9]观察到的心肌节段灌注异常组的MBF、MBV显著低于灌注正常组,而TTP较灌注正常组明显延长的结果相近,因而MBF、MBV三个量化指标均可作为SPECT-MPI评价心肌缺血的重要参考指标,但本研究未得出心肌灌注血流量的正常值,也没有得出心肌灌注不足的血流量界值,这也是目前在该领域中尚待解决的问题。

本研究中CCTA发现冠脉异常、正常分别53例、17例,其中93支冠脉狭窄 $\geq 50\%$,117支冠脉正常,而MPI与CCTA融合影像提示,冠脉异常(存在功能相关冠脉狭窄)56例、正常14例,其中CCTA提示正常者中8例CAG诊断为异常,因此CCTA主要提供血管解剖信息,在心肌血流灌注功能学评价方面价值有限,而CCTA正常者可能也存在心肌缺血,此时结合MPI评估血流动力学变化对治疗方案制定有重要意义,也应在排除可能的假阳性原因后密切结合临床作出诊断^[10]。

本研究中,以CAG为诊断金标准,在患者水平上,MPI/CCTA融合显像诊断冠心病的灵敏度、特异度、准确度分别为100.00%、70.00%、91.43%,在节段水平上分别为88.68%、92.31%、90.48%,均明显高于单一的MPI及CCTA,这与谷珊珊等^[11]的报道结果相近,CCTA及MPI均是不同无创性检查方式,MPI主要提供CCTA及CAG上解剖病变的血流动力学变化,在因冠脉痉挛(CAS)过高导致CCTA过度诊断时的低特异性患者中可发挥重要作用,因在患者行

冠心病筛查时,CCTA正常者基本可排除冠脉狭窄,通过CCTA检查诊断冠脉狭窄病变时,需以MPI评估病变血流动力学,从而为治疗方案的制定提供帮助,因而CCTA及MPI在中高危以上人群筛查冠脉狭窄者中起着不可或缺的作用,在冠心病的诊断与评估中,CCTA及MPI所提供的信息是相互补充,而不是相互排斥的关系^[12]。本研究也显示单一CCTA或MPI诊断时特异度分别为25.00%、45.00%,均较低,有学者^[13]认为是内皮功能、血小板、其他凝血因子、炎症病变等影响冠脉斑块的功能完整性,这些因素主导了冠脉局部缺血的病理生理变化,MPI正常时只能排除局部缺血征象,而无法排除冠脉解剖上有无狭窄或有无冠心病,因此将CCTA及MPI提供的信息融合,有助于对冠心病作出诊断^[14]。

综上所述,SPECT下MPI/CCTA融合图像诊断冠心病有较高应用价值,可提高诊断灵敏度、特异度、准确度,值得在临床推广实践。

参考文献

- [1] 禹晖,张金赫,尹吉林,等.负荷心肌灌注显像结合双源CT冠状动脉成像预测冠状动脉介入疗效的临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(4):43-46,62.
- [2] 黄克敏,冯彦林,温广华,等.SPECT/CT图像配准不良对心肌灌注显像CT衰减校正的影响[J].中华核医学与分子影像杂志,2014,34(2):107-111.
- [3] Chen MY, Rochitte CE, Arbab-Zadeh A, et al. 冠状动脉CTA联合CT心肌灌注成像与有创性冠状动脉造影联合负荷SPECT心肌灌注显像预测主要心血管不良事件的价值: CORE320多中心研究[J].国际医学放射学杂志,2017,40(5):586-602.
- [4] 朱汇庆,王嘉兴,汤伟军,等.SPECT-MPI与256排CTA 3D图像异机融合的实验研究[J].中国医学计算机成像

- 杂志,2014,20(4):373-376.
- [5] Alessia G, Michele C. State of the art hybrid technology: SPECT/CT[J]. Curt Cardiovasc Imaging Rep, 2013, 6(4): 322-327.
- [6] Schaap 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.
- [7] 李婷,徐文贵,李剑明,等.探讨门控SPECT心肌灌注显像在慢性心衰患者心脏再同步化治疗中的临床应用价值[J].中国临床医学影像杂志,2015,26(5):325-328.
- [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,2017,37(12):789-790.
- [9] 高扬,王成英,周艳丽,等.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.
- [10] 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):219-222,246.
- [11] 谷珊珊,王蓓,董薇,等.心脏融合显像定量评价功能相关冠状动脉狭窄的临床研究[J].首都医科大学学报,2013,34(1):36-42.
- [12] Siqueira FP, Mesquita CT, Santos AA, et al. Relationship between calcium score and myocardial scintigraphy in the diagnosis of coronary disease[J]. Arq Bras Cardiol, 2016, 107(4): 365-374.
- [13] Hultén E, Ahmadi A, Blankstein R. CT assessment of myocardial perfusion and fractional flow reserve[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2015, 57(6): 623-631.
- [14] 付琰,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.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2018-11-22