

# 冠状动脉钙化积分在 SPECT/CT 核素心肌灌注显像中的应用价值探讨

张雷,张追阳,倪建明,吴文娟,杨承健

(南京医科大学附属无锡第二医院影像科,江苏 无锡 214002)

**[摘要]** **目的:**根据冠状动脉钙化积分(coronary artery calcium score,CACS)分度进行分组,对静息门控核素心肌灌注显像结果进行差异性分析,探讨 CACS 在 SPECT/CT 核素心肌灌注显像中的应用价值。**方法:**回顾性分析 300 例疑有冠心病患者的 SPECT/CT 影像资料,将其左心室功能参数及心肌灌注显像评分值依据 CACS 分度进行分组,并行组间差异性分析。**结果:**各组间的左心室功能参数及心肌灌注显像评分值的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。其中左心室功能参数中左心室舒张末期容积(EDV)、左心室收缩末期容积(ESV)的 CACS 3 度组以上与 0 度组的差异有统计学意义( $P < 0.05$ );CACS 2 度组左心室功能参数中左心室充盈高峰期(PFR)、左心室射血分数(LVEF)以及心肌灌注显像评分中 QPS、左心室室壁运动及左心室壁增厚率与 CACS 0 度组的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:**当 CACS 检查结果显示 CACS  $> 10$  分时,可建议其进一步行 MPI 检查,对心肌血流灌注及左心功能进行评价。两者结合有助于冠心病的筛查诊断与治疗工作。

**[关键词]** 钙化积分;核素心肌灌注显像;冠状动脉心脏病

**[中图分类号]** R816.2

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1007-4368(2015)05-702-04

**doi:**10.7655/NYDXBNS20150522

冠状动脉心脏病(coronary artery disease,CAD),是危害人民健康和生命的主要疾病之一,在西方发达国家尤为常见。近年来,随着我国人民生活水平的提高,生活习惯、饮食结构的改变以及人口老龄化,我国冠心病的发病率也明显上升。由于冠心病多起病隐匿,许多患者在相当长的一段时间内无自觉症状,多在出现心绞痛、严重心律失常甚至发生心肌梗死或心源性休克后才就医明确诊断。因此,如何在早期及时诊断冠心病,通过无创和准确的手段对心脏不良事件的风险进行评估并及时干预,是一直以来为临床所关注的热点问题。

核素心肌灌注显像(myocardial perfusion imaging,MPI)是目前临床上检测和筛查 CAD 的常用检查方法,其主要提供心肌功能性的信息。因此,无法仅根据核素心肌灌注显像检测结果判断动脉粥样硬化血管壁病变的状态、类型以及病变所处的阶段<sup>[1]</sup>。临床实际应用中,要想得到更多详细的形态学信息通常需要采用其他方法,比如有创的 DSA 冠状动脉造影。近年来,随着 SPECT/CT 应用于心脏检查后,使得在 MPI 检查中准确、可重复性地检测冠脉动脉钙化(coronary artery calcification,CAC)情况成为可能。但是,时至今日依然没有完全明白基于 CT 形态学变化的冠状动脉钙化积分(coronary artery calcium score,CACS)在 MPI 检查中诊断价值,及其在 CAD 患者个体风险评估中的地位 and 作

用<sup>[2]</sup>。

本研究按 CACS 的分度将静息门控 MPI 的各项结果进行差异性分析,明确 CACS 检查的诊断价值和意义,并对于 MPI 检查前先期行 CACS 检查的必要性进行探讨,为其提供更有力的理论依据。尝试为 CAD 的诊断与治疗提供更可靠的影像检查信息。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

300 例临床疑有 CAD 患者“一站式”行 SPECT/CT (Philips Precedence 16P)CACS 和静息门控 MPI 检查,男 170 例,女 130 例,年龄 32~91 岁,平均 69.93 岁。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 检查前准备

要求患者空腹,在检查前至少 12 h 内不饮用含咖啡因饮料,24 h 内不服用含硝酸盐物质,48 h 内不用  $\beta$  受体阻滞药品。静脉注射  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 740 MBq,30 min 后进食脂餐以促进肝胆系统内放射性药物的排泄,1 h 后先行 CACS 检查。CACS 检查前嘱患者安静休息,测心率,使其心率稳定在 75 次/min 以内。并向患者进行耐心的解释工作,以解除患者的心理压力,同时进行呼吸训练,观察屏气时心率的变化;除去患者身上的金属异物,以免影响扫描效果。

### 1.2.2 扫描及数据处理

采用回顾性心电门控下平扫,扫描范围,自气管隆突下 2 cm 至心脏膈面以下 2 cm,要求患者于 1 次屏气后完成扫描。扫描参数:管电压 120 kV,有效管电流 55 mAs,显示野 (FOV)240 mm,矩阵 512×512,扫描层厚 3 mm,重建层厚 3 mm。而后进行心肌断层显像,配备低能通用型准直器,视野包括全心脏,以心电图的 R 波触发门电路,探头自心前区右前斜位(RAO)45°至左后斜位(LPO)45°顺时针旋转,共采集 180°,每转动 6°采集 1 帧图像,一次投影每个心动周期采集 8~16 帧图像,总采集时间 15~20 min,以保证足够的放射性计数密度。采集参数:矩阵 64×64,能峰 140 keV,放大倍数 F 为 1.5。影像处理:均匀性矫正后,以 Hanning 滤波反投影重建,截止频率为 0.5,陡度因子为 5,重建得到左心室水平长轴、垂直长轴和垂直短轴图像,每层面厚度为 3 mm。

### 1.2.3 评价方法

CACS 数据评价:使用 Agatston 积分法对病变节段进行 CACS 检测,高密度钙化斑可被自动识别。选定左主干、前降支、回旋支、右冠脉为感兴趣区,其中对角支病变归入前降支,钝缘支病变归入回旋支,锐缘支病变归入右冠状动脉。对获得的图像逐层观察,圈出符合条件的病灶,通过计算机计算得出钙化的面积和积分,由各个冠状动脉钙化灶的积分之和得出每支血管的 CACS。总 CACS 由峰值的积分与钙化面积的乘积得出。依据患者总 CACS 的不同,将病例分为 5 度。0 度:CACS 0 分(无明确钙化);1 度:CACS 1~10 分(有轻微的钙化);2 度:CACS 11~100 分(轻度钙化);3 度:CACS 101~400 分(中度钙化);4 度:CACS ≥400 分(严重或广泛钙化)。

静息门控 MPI 图像评价:MPI 图像由 2 位经验丰富的医师采用盲法分别对衰减校正的静息图像进行半定量分析,最终评价结果以取得一致意见为准。血流灌注评分采用 20 节段 5 分制(0~4 分)半定量法评分:0 分:灌注正常;1 分:轻度灌注减低;2 分:中度灌注减低;3 分:严重灌注减低;4 分:无灌注。室壁运动评分采用 20 节段 6 分制(0~5 分)半定量法评分:0 分:运动正常;1 分:轻度运动减弱;2 分:中度运动减弱;3 分:严重运动减弱;4 分:无运动;5 分:反向运动。左心室增厚率的评分采用 20 节段 4 分制(0~3 分)半定量法评分:0 分:正常;1 分:轻度增厚;2 分:中度增厚;3 分:严重增厚。并求

得静息心肌灌注总积分(QPS)、室壁运动总积分和左心室增厚总积分,同时用 QGS 定量分析软件求得左心室舒张末期容积(EDV)、左心室收缩末期容积(ESV)、左心室高峰充盈率(PFR)、左心室射血分数(LVEF)。

### 1.3 统计学方法

依据冠脉钙化积分分度将病例分为 5 组,采用单因素方差分析法(ANOVA)对组间的左心室功能参数进行差异性分析, $P \leq 0.05$  被差异有统计学意义。依据冠脉钙化积分分度将病例分为 5 组,采用秩和检验(Kruskal-Wallis H)对组间的心肌灌注显像评分值进行差异性分析, $P \leq 0.05$  被差异有统计学意义。

以上均采用 SPASS 16.0 统计软件进行统计学分析。

## 2 结 果

所有患者均完成 CACS 及静息门控 MPI 检查,图像质量好。2 名医师对于 MPI 图像评判结果一致性检验显示,Kappa 值为 0.811,提示 2 名医师的评判结果高度一致,结果满意。

### 2.1 各组间的左心室功能参数差异性分析结果

本研究显示各组间的左心室功能参数的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。其中,左心室功能参数中的 EDV、ESV,CACS 1 度组(CACS 1~10 分)及 2 度组(CACS 11~100 分)与 0 度组(CACS 0 分)差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );CACS 3 度组(CACS 101~400 分)及 4 度组(CACS ≥400 分)与 0 度组(CACS 0 分)差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。左心室功能参数中的 PFR、LVEF,CACS 1 度组(CACS 1~10 分)与 0 度组(CACS 0 分)差异无统计学意义( $P > 0.05$ );CACS 2 度组(CACS 11~100 分)、3 度组(CACS 101~400 分)及 4 度组(CACS ≥400 分)与 0 度组(CACS 0 分)差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ,表 1)。

### 2.2 各组间的心肌灌注显像评分值差异性分析结果

本研究显示各组间的心肌灌注显像评分值的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。其中,心肌灌注显像评分中的 QPS、左心室室壁运动及左心室室壁增厚率,CACS 1 度组(CACS 1~10 分)与 0 度组(CACS 0 分)差异无统计学意义( $P > 0.05$ );CACS 2 度组(CACS 11~100 分)、3 度组(CACS 101~400 分)及 4 度组(CACS ≥400 分)与 0 度组(CACS 0 分)差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ,表 2)。

表 1 各 CACS 分度组间的左心室功能参数差异性

 $(\bar{x} \pm s)$ 

指标	CACS 分度					F 值	P 值
	0 度(n=144)	1 度(n=22)	2 度(n=53)	3 度(n=48)	4 度(n=33)		
EDV	67.5 ± 21.2	70.0 ± 24.2	75.8 ± 23.8	92.6 ± 21.5	98.7 ± 27.1	4.26	0.002
ESV	20.4 ± 7.1	23.0 ± 9.3	32.6 ± 8.4	47.1 ± 16.8	53.9 ± 17.3	5.84	<0.001
PFR	2.6 ± 0.7	2.5 ± 0.7	2.3 ± 0.7	2.0 ± 0.9	1.9 ± 0.6	8.23	<0.001
LVEF	68.8 ± 8.3	67.3 ± 7.5	63.6 ± 6.1	60.1 ± 6.0	55.8 ± 4.7	7.80	<0.001

表 2 各 CACS 分度组间的心肌灌注显像评分差异性(Mean Rank)

指标	CACS 分度					$\chi^2$ 值	P 值
	0 度(n=144)	1 度(n=22)	2 度(n=53)	3 度(n=48)	4 度(n=33)		
QPS	128.46	142.39	153.11	175.14	212.06	44.11	<0.001
室壁运动	129.61	144.27	160.26	174.53	195.17	43.63	<0.001
心室增厚率	124.98	133.93	156.83	174.46	184.26	37.19	<0.001

### 3 讨论

MPI 检查是目前国际公认的诊断 CAD 可靠的无创性检测技术,其在 CAD 的诊断、冠状动脉病变程度和范围的评估、疗效评价以及预后的判断方面表现出了重要临床价值<sup>[3-4]</sup>。结合了门控技术的 MPI 检查,通过一次采集可在对心肌血流灌注情况进行评价的同时获得有关左室室壁增厚、左室功能和容积等大量有价值的门控信息,可以有效证鉴别显像伪影、提高对 CAD 的诊断效能<sup>[5]</sup>。MPI 一般分为静息 MPI 和负荷 MPI,一般认为诊断心肌缺血必须在静息 MPI 检查的基础上结合负荷 MPI 检查。但是由于目前负荷药物(腺苷)的缺乏,且药物负荷试验和运动负荷试验存在着诸多禁忌证<sup>[6]</sup>,如急性心肌梗死(病程<5 d 或 14 d)、不稳定型心绞痛、严重的室性心律失常、有症状的严重主动脉瓣狭窄、未控制的有症状心力衰竭、先天性心脏病、瓣膜病或心肌病患者、急性肺栓塞、急性心肌炎或心包炎等;除此以外,运动负荷试验还可能导致缓慢性心律失常、猝死(室速或室颤)、诱发心肌梗死、充血性心力衰竭、低血压休克等并发症的发生。临床上还有些患者对腺苷有过敏反应,不能配合完成运动负荷试验,所以只能单纯进行静息 MPI 检查。综上所述,本研究采用的 MPI 检查均为静息门控 MPI 方式。

CAC 是动脉粥样硬化发展到一定阶段的特异性病变,且 CAC 与粥样硬化所致的冠状动脉狭窄密切相关,但是 CAC 与相应冠脉狭窄程度之间的正相关关系是非线性的,冠脉重构是其重要原因<sup>[7]</sup>。作为机体一种主动性自我调节机制,冠脉重构通过管壁外弹力膜层的扩张和增加血管外径来代偿因钙化斑块形成和发展而产生的管腔狭窄,以尽量维持原有管腔的内径和面积,保持冠脉的通畅性。因此在

这一阶段,尽管粥样斑块及其钙化均在不断发展,但管腔内径却并无明显狭窄。随着粥样斑块的不断增大和大量钙盐的沉积,冠脉管壁逐渐失去弹性,丧失重构功能,此时管腔内径即开始狭窄,随着狭窄程度的进展,该支冠脉供血心肌即可出现血流灌注减低,行 MPI 检查则左心室功能参数及心肌灌注显像评分值出现异常。

本研究依据 CACS 值的不同,将冠脉 CACS 情况分为了 5 度(0~4 度)。尝试探讨处于 CACS 不同程度的患者 MPI 检查所得的左心室功能参数及心肌灌注显像评分值之间是否存在显著统计学差异。美国《2007 年 ACCF/AHA 临床专家共识》及《2010 年无症状成人心血管风险评估指南》均指出,FRS 为中度的无症状个体应建议进行 CACS 检查,如果该个体无冠状动脉钙化表现,发生动脉硬化的风险是很低的,而且出现其他心脏不良事件的可能性也不高<sup>[8]</sup>。因此本研究以 CACS 0 度组(CACS 0 分)作为对照组,其余各组均与该组进行差异性分析。结果显示,当 CACS 1~10 分时,静息门控 MPI 结果与 CACS 0 分组差异无统计学意义;而当 CACS >10 分后,静息门控 MPI 结果中左心室 PFR、LVEF 以及 QPS 积分、室壁运动积分和左心室增厚积分值与 CACS 0 分组差异有统计学意义;当 CACS >100 分后,静息门控 MPI 结果中左心室 EDV、ESV 值与 CACS 0 分组差异有统计学意义。左心室功能参数及心肌灌注显像评分值是反映心脏功能的主要指标,对其异常变化的及早发现和准确评价可以提高对 CAD 患者的诊断率、指导临床采取最佳治疗方法并对患者的预后给予更为精确的预测。因此,当 CACS 检查结果显示 CACS >10 分时,可建议其进一步行 MPI 检查,对心肌血流灌注及左心功能进行评价。

CACS 是 CAD 诊断和危险分层的一个重要预测因子,但影响其价值的因素较多,国外有学者通过对患者的 CACS 评估风险预测试验研究表明,随着随访时间的延长,CACS 值越高的患者生存率就越低。综合年龄、性别、高胆固醇血症、糖尿病、吸烟、高血压、早发冠心病家族史等因素后,随着钙化积分增加,则心因性死亡的风险就会明显增加<sup>[9-11]</sup>。在诸多影响因素中,较为重要的是患者的年龄和性别。随着年龄的增高,CACS 的诊断敏感性升高而特异性降低,同一年龄组,男性诊断敏感性高而特异性低,女性诊断敏感性低而特异性高<sup>[12-14]</sup>。因此,在年轻人中发现冠脉钙化且钙化积分高者,提示 CAD 的可能性较大。同理年长者没有发现钙化,可以认为 CAD 的发病可能性较小。相关研究显示,对于 50~60 岁患者,如钙化积分很小(<1 分),则冠心病的发病率很低<sup>[15]</sup>,这与本研究的结论也是一致的。后期,本研究计划扩大样本量,按照患者的年龄和性别对 CACS 分度进行分组,尝试是否能够进一步体现 CACS 在 MPI 检查中的意义和必要性,提高其在 CAD 诊断和危险分层中的价值和作用。

综上所述,静息门控 MPI 检查前行 CACS 检查是有其重要意义的,且对于有明显 CAD 症状但 MPI 结果不明确的患者,可能会比单独依赖 MPI 检查提供更多的诊断信息,并有助于临床医师树立诊断信心。

#### [参考文献]

[1] Djaberi R,Roodt J,Schuijff JD,et al. Endothelial dysfunction in diabetic patients with abnormal myocardial perfusion in the absence of epicardial obstructive coronary artery disease[J]. J Nucl Med,2009,50(4):1980-1986

[2] Becker A,Leber A,Becker C,et al. Predictive value of coronary calcifications for future cardiac events in asymptomatic individuals[J]. Am Heart J,2011,155(6):154-160

[3] Hayat SA,Dwivedi G,Jacobsen A,et al. Effects of left-bundle-branch block on cardiac structure,function,perfusion,and perfusion reserve:Implications for myocardial contrast echocardiography versus radionuclide perfusion imaging for the detection of coronary artery disease[J]. Circulation,2012,117(7):1832-1841

[4] Taylor AJ,Cerqueira M,Hodgson JM,et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 appropriate use criteria for cardiac computed tomography [J]. Circulation,2010,122(9):525-555

[5] 刘秀杰. 充分发挥门控心肌断层显像的临床优势[J]. 中华核医学杂志,2002,22(5):261-262

[6] 钟野,董均树. 腺苷负荷试验心肌灌注显像在冠心病诊断中的作用[J]. 中华核医学杂志,2010,30(6):430-432

[7] Arad Y,Goodman KJ,Roth M,et al. Coronary calcification,coronary disease risk factors,C-reactive protein,and atherosclerotic cardiovascular disease events;the St. Francis Heart Study[J]. J Am Coll Cardiol,2005,46(4):158-165

[8] Greenland P,Alpert JS,Beller GA,et al. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults:Executive summary:A report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines [J]. Circulation,2010,122(10):2748-2764

[9] Budoff MJ,Shaw LJ,Liu ST,et al. Long-term prognosis associated with coronary calcification:Observations from a registry of 25,253 patients[J]. J Am Coll Cardiol,2012,49(3):1860-1870

[10] Becker A,Leber A,Becker C,et al. Predictive value of coronary calcifications for future cardiac events in asymptomatic individuals[J]. Am Heart J,2008,155(11):154-160

[11] Sarwar A,Shaw LJ,Shapiro MD,et al. Diagnostic and prognostic value of absence of coronary artery calcification[J]. JACC Cardiovasc Imaging,2009,2(1):675-688

[12] Chang SM,Nabi F,Xu J,et al. The coronary artery calcium score and stress myocardial perfusion imaging provide independent and complementary prediction of cardiac risk[J]. J Am Coll Cardiol,2009,54(3):1872-1882

[13] Erbel R,Mohlenkamp S,Moebus S,et al. Coronary risk stratification,discrimination,and reclassification improvement based on quantification of subclinical coronary atherosclerosis:The heinz nixdorf recall study[J]. J Am Coll Cardiol,2010,56(3):1397-1406

[14] Mosca L,Edelman D,Mochari H,et al. Waist circumference predicts cardiometabolic and global Framingham risk among women screened during National Woman's Heart Day[J]. J Womens Health (Larchmt),2011,15(2):24-34

[15] MAM den Dekker,K de Smet,GH de Bock,et al. Diagnostic performance of coronary CT angiography for stenosis detection according to calcium score;systematic review and meta-analysis[J]. Eur Radiol,2012,22(2):2688-2698

[收稿日期]2014-04-19