

双源 CTA 评价非 ST 段抬高型急性冠脉综合征

熊青峰, 陈艳, 陈险峰, 陈鑫, 李炜, 双东思, 许娟, 李林, 马小静

【摘要】 目的:探讨双源 CT 血管成像(DSCTA)评价非 ST 段抬高型急性冠脉综合征(NSTE-ACS)的价值。方法:搜集临床疑似 NSTE-ACS 且经 DSCTA 判断为左冠状动脉前降支管腔临界狭窄(狭窄程度为 50%~70%)的患者 57 例,1 周内行冠脉造影(CAG)证实狭窄程度,并行导管法测量血流储备分数(FFR),以 FFR 0.80 为临界值将 57 例患者分为 A 组(FFR<0.80)和 B 组(FFR≥0.80),测量左室前壁、侧壁心肌、左心室腔 CT 值及舒张末期、收缩末期节段室壁厚度,比较两组间前壁与侧壁相对 CT 值、舒张末期心肌厚度及室壁增厚率。结果:A、B 两组前壁与侧壁心肌相对 CT 值及舒张末期心肌厚度差异均有统计学意义($P<0.05$),A 组前壁与侧壁室壁增厚率差异有统计学意义($P<0.05$),B 组前壁与侧壁室壁增厚率差异无统计学意义($P>0.05$);前壁心肌相对 CT 值及室壁增厚率 A、B 两组间差异有统计学意义($P<0.05$),而舒张末期心肌厚度 A、B 两组间差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:DSCTA 评价左冠状动脉前降支管腔临界狭窄联合节段心肌 CT 值、舒张末期心肌厚度及室壁增厚率分析,可为 NSTE-ACS 的诊断及治疗提供依据。

【关键词】 冠心病; 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术; 血流储备分数, 心肌; 心肌功能

【中图分类号】 R541.4; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)01-0033-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.01.007

Study of non-ST-elevation acute coronary syndrome with dual-source CT angiography XIONG Qing-feng, CHEN Yan, CHEN Xian-feng, et al. Department of Image Center, Wuhan Asia Heart Hospital, Wuhan 430022, China

【Abstract】 Objective: To study the value of dual-source CT angiography (DSCTA) in the evaluation of non-ST-elevation acute coronary syndrome (NSTE-ACS). **Methods:** 57 cases with clinically suspected NSTE-ACS were recruited, which were diagnosed as critical stenosis in the left coronary anterior descending branch (LCAD) by DSCTA, with the degree of stenosis as 50%~70%, then were proven by coronary artery angiography (CAG) within one week. Fractional flow reserve (FFR) was measured. Taking FFR 0.8 as threshold, these 57 cases were divided into Group A (FFR<0.80) and Group B (FFR≥0.80). The CT value of ventricular myocardium in anterior wall, lateral wall and left ventricular cavity as well as the ventricular wall thickness at end systolic and end diastolic phases were measured. The relative CT value of anterior wall and lateral wall, ratio of the myocardium thickness in end diastolic phase and end systolic phase of the 2 groups were compared. **Results:** In group A and B, significant statistic difference was existed in the relative CT value of the myocardium of anterior and lateral ventricular wall as well as the myocardium thickness ($P<0.05$). There was significant difference in the ratio between the thickening of anterior and lateral ventricular wall in Group A ($P<0.05$), yet there was no statistic difference in group B ($P>0.05$). Of the relative CT value and thickening of ventricular wall, statistic difference was existed between Group A and Group B ($P<0.05$), yet no statistic difference was existed in the myocardium thickness in end diastolic phase between Group A and B ($P>0.05$). **Conclusion:** Evaluation of LCAD stenosis in combination with segmental CT value of myocardium, myocardial thickness and wall thickening rate by using DSCTA can provide helpful information for the diagnosis and treatment of NSTE-ACS.

【Key words】 Coronary disease; Tomography, X-ray computed; Angiography; Fractional flow reserve, myocardial; Myocardial function

临床诊断非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征(non-ST-elevation acute coronary syndrome, NSTE-ACS)往往依据临床症状、心电图和实验室检查,由于缺少功能学指标,临床决策倾向于最佳药物保守治疗。血流储备分数(fractional flow reserve, FFR)是评价功能相关病变血管的最佳指标,研究表明^[1], FFR 指导下的介入治疗可以改善患者的长期预后,但明显增加

患者的医疗费用^[2]。冠状动脉 CT 血管成像(coronary computed tomography angiography, CCTA)评价血管管壁斑块及管腔狭窄程度技术成熟,还可评价心肌灌注及心肌功能^[3-4]。本研究以 FFR 为标准,探讨 CTA 评价冠状动脉管腔解剖狭窄联合节段心肌功能在鉴别功能相关冠状动脉血管病变中的临床价值。

材料与方 法

1. 病例资料

搜集有冠心病高危因素(血脂水平增高、吸烟、高血压)且无心律失常的心绞痛患者,心电图正常或提示

作者单位:430022 武汉,武汉亚洲心脏病医院影像中心(熊青峰、陈艳、陈险峰、陈鑫、李炜、许娟、李林、马小静),介入中心(双东思)
作者简介:熊青峰(1974—),男,湖北云梦人,硕士,副主任医师,主要从事冠心病影像诊断工作。
通讯作者:马小静, E-mail: 1256760455@qq.com
基金项目:2015 年湖北省自然科学基金资助(WJ2015MB170)

心肌缺血的临床疑似冠心病患者 160 例,行冠状动脉双源 CT 血管成像 (dual-source CT angiography, DSCTA) 检查,筛选出经直径法判断冠状动脉单支左前降支临界病变 (狭窄程度 50%~70%) 的 57 例患者,其中男 32 例,女 25 例,平均年龄 58 岁,其中不稳定性心绞痛患者 44 例,临床表现为轻微活动胸痛,舌下含服硝酸甘油不能完全缓解,血超敏肌钙蛋白正常;非-ST 段抬高型急性心肌梗死 13 例,心电图 ST 段压低 ≥ 0.1 mv,或一过性 (< 30 min),或 T 波倒置 ≥ 0.2 mv,其中 7 例表现为频繁胸痛,休息时难以缓解,2 例表现为活动耐量明显减低,1 例表现为静息胸痛,1 例血超敏肌钙蛋白轻度升高,2 例胸痛症状不典型,心电图正常。排除糖尿病、超重 (BMI > 25 kg/m²)、更年期综合症、心脏瓣膜病、心房颤动、恶性心律失常、心肌病导致的心绞痛患者。

2. 冠状动脉 CTA 及静息心肌早期灌注扫描方法

采用 Siemens Somatom Definition FLASH 二代双源 CT 机行 CT 扫描。检查前训练患者呼吸并屏气 10 s,然后行心脏平扫,扫描范围为气管分叉下方 10~15 mm 至心脏隔面,扫描参数:管电压 120 kV,管电流 80 mAs,准直 64 \times 0.6 mm,螺距 0.20~0.50,旋转时间 330 ms,扫描时间 7~11 s。采用对比剂示踪法,在主动脉根部层面选择感兴趣区监测 CT 值,触发阈值 120 HU,当感兴趣区 (region of interest, ROI) 内密度达到预设值时自动启动冠状动脉及静息心肌早期灌注扫描,采用回顾性心电门控方式扫描,扫描参数:100 kV 或 120 kV,150~320 mAs。根据体质指数调节对比剂用量,使用非离子型对比剂欧乃派克,经肘正中静脉穿刺注入,注射流率 3.9~4.3 mL/s,用量 55~70 mL,后续注入 30 mL 生理盐水。扫描结束后,原始数据分别在心动周期 40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80% 相位上进行横轴面图像重组,并传入工作站,行最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)、多平面重组 (multiplanar reformation, MPR) 和曲面重组 (curve planar reformation, CPR),要求主动脉根部 CT 值为 330~380 HU,筛选出图像质量最佳者用于冠状动脉管径、节段心肌密度及心肌功能评价。采用美国心脏协会冠状动脉改良分段方法,由 3 位高年资医师对冠状动脉 13 个主要节段进行评价。

3. 冠状动脉狭窄的判断

运用飞利浦冠状动脉 MSCT 造影后处理软件进行冠状动脉狭窄的判断,即血管狭窄程度 = (狭窄段近心端正常血管直径 - 狭窄段直径) / 狭窄段近心端正常血管直径 $\times 100\%$ 。节段心肌密度评价选取左室短轴面乳头肌水平心肌前壁及侧壁 CT 值、舒张期 (二尖瓣完全开放) 及收缩期 (二尖瓣完全关闭) 心肌厚度,并计

算室壁增厚率。

4. 心肌早期灌注评价方法

于舒张末期 (二尖瓣开放、主动脉瓣关闭) 心脏短轴层面评价节段心肌 CT 值。将舒张末期 ROI 节段心肌密度较邻近节段心肌密度减低或心内膜下心肌较心外膜下心肌密度减低,定义为心肌灌注减低可疑。

5. 有创冠状动脉造影及导管法 FFR 测量

所有患者行双源 CTA 检查后 1 周内采用数字平板造影机进行有创冠状动脉造影 (invasive coronary angiography, ICA) 检查,常规多体位投照。利用 Radi 或 Volcano S5 压力导丝系统测量冠状动脉内压力,用 6F 或 7F 指引导管测量主动脉根部或冠状动脉口部压力。获取静息状态下冠状动脉狭窄远端压力与主动脉根部或冠状动脉口部压力的比值 (Pd/Pa 值) 后,经股静脉或肘静脉输注腺苷 (140 μ g/kg \cdot min,持续 3~6 min),或冠状动脉内注射腺苷 (右冠状动脉 20~60 μ g,左冠状动脉 40~120 μ g),激发最大充血状态,读取压差最大时的 FFR 值。

以 FFR 值 0.80 为临界值,FFR 值 < 0.80 者 27 例 (A 组);FFR 值 ≥ 0.80 者 30 例 (B 组)。

6. 统计学分析

选择自身对照,以正常回旋支血管相应供血区的左室侧壁心肌作为对照。采用 SPSS 14.4 软件进行统计学分析,数据以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,采用单因素方差分析进行组间比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

57 例患者 (A 组 27 例, B 组 30 例) 经 DSCTA 诊断为冠状动脉左前降支管腔狭窄 (图 1、2),左心室短轴乳头肌水平可见前壁及前间壁早期血流灌注减低 (图 1b、2b),同期经冠脉造影证实冠状动脉左前降支为临界病变 (狭窄程度 50%~70%) (图 1c、2c)。前壁、侧壁心肌相对 CT 值及舒张末期心肌厚度测量结果分别见表 1、2,前壁与侧壁增厚率见表 3。

表 1 两组舒张期前壁及侧壁心肌相对 CT 值 (HU)

部位	A 组 (n=27)	B 组 (n=30)	F 值	P 值
前壁	0.22 \pm 0.019	0.24 \pm 0.018	4.225	0.045
侧壁	0.29 \pm 0.015	0.30 \pm 0.014	0.101	0.752

注: A 组前壁与侧壁相对 CT 值比较 F 值 = 49.514, P 值 = 0.000; B 组前壁与侧壁比较 F 值 = 15.844, P 值 = 0.000。

表 2 两组前壁及侧壁舒张末期心肌厚度 (mm)

部位	A 组 (n=27)	B 组 (n=30)	F 值	P 值
前壁	5.90 \pm 0.739	5.88 \pm 1.317	0.002	0.964
侧壁	7.27 \pm 0.968	6.68 \pm 1.238	3.916	0.053

注: A 组前壁与侧壁心肌厚度比较 F 值 = 34.386, P 值 = 0.000; B 组前壁与侧壁比较 F 值 = 5.877, P 值 = 0.018。

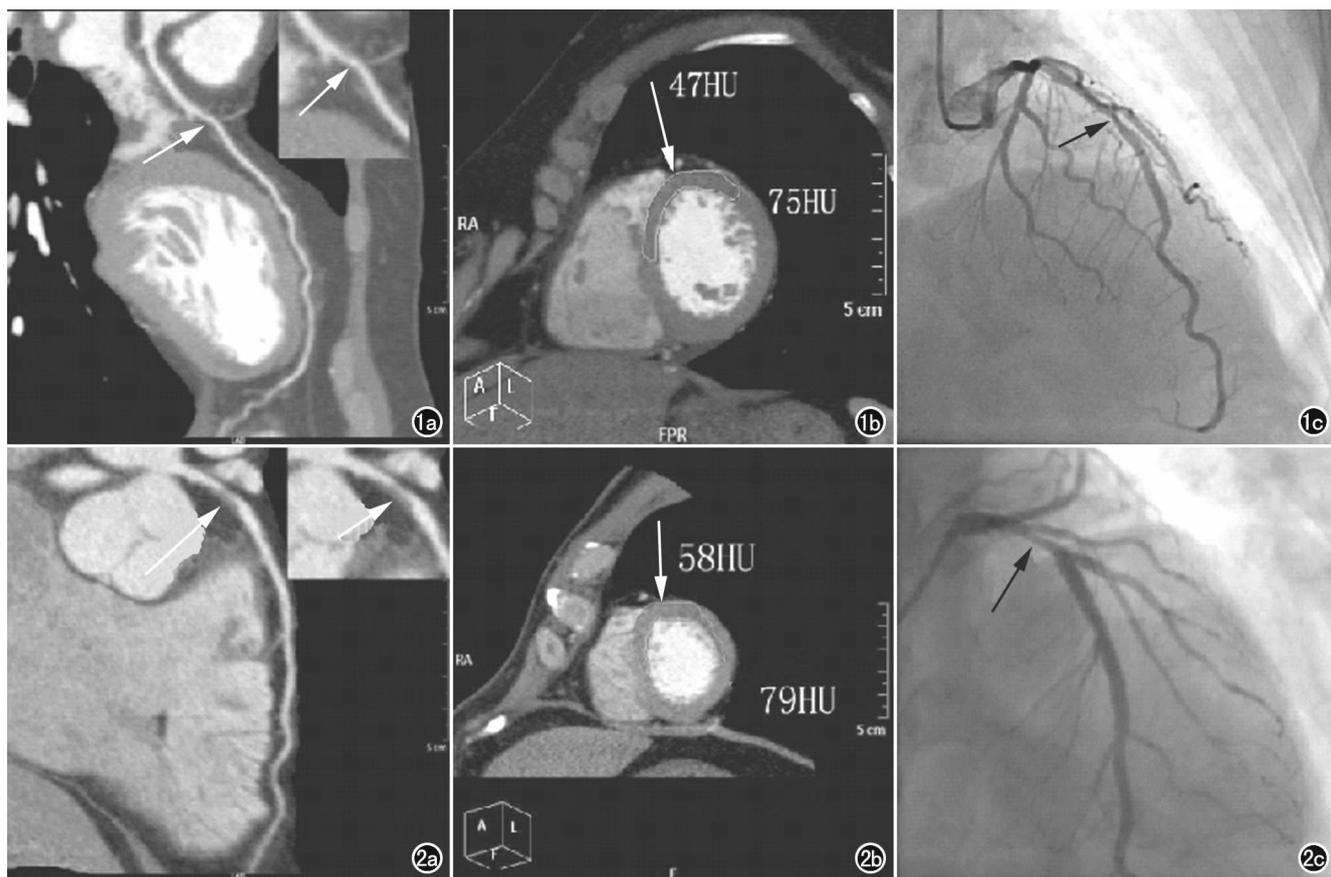


图1 男,49岁,冠心病,心绞痛,肌钙蛋白正常。a)冠脉CTA示左冠状动脉前降支近中段管壁软斑块,CT值37HU,管腔狭窄程度为70%(箭);b)左室短轴靠近心尖部前壁及前间隔心肌密度减低(箭);c)ICA示左冠状动脉前降支近段管腔狭窄程度为70%(箭),FFR为0.75,行PCI治疗。图2 男,52岁,冠心病,心绞痛,肌钙蛋白正常。a)冠脉CTA示左冠状动脉前降支近端管壁软斑块,CT值40HU,管腔狭窄程度为70%(箭);b)左室短轴乳头肌水平前壁及前壁心肌密度减低(箭);c)ICA示左冠状动脉前降支中段管腔狭窄程度为70%(箭),FFR为0.81,行药物保守治疗。

表3 两组前壁及侧壁增厚率(%)

部位	A组(n=27)	B组(n=30)	F值	P值
前壁	0.12±0.226	0.35±0.141	20.101	0.000
侧壁	0.34±0.185	0.41±0.161	2.097	0.153

注:A组前壁与侧壁增厚率比较F值=12.940,P值=0.000;B组前壁与侧壁比较F值=1.790,P值=0.186。

讨论

MSCT血管成像技术的快速发展使得CCTA变得更加完善,可在保证图像质量的前提下,使辐射剂量及对比剂用量明显减低^[5-7],适合冠心病疑似及确诊病例的诊断与预后评估。CCTA基本原理:应用对比剂示踪法,采用高压注射器经静脉注射非离子型含碘对比剂,在主动脉根部层面选择ROI监测CT值,采用智能触发(阈值120HU),当ROI内密度达到预设阈值时自动启动心电门控方式扫描。扫描结束后,重建最佳舒张末期及收缩末期图像,并传入工作站进行图像后处理。经过一个肺循环,左心室腔收集含有均匀浓度对比剂的血液,经过2~3个心动周期后,正常心肌均匀显影,而缺血心肌则由于对比剂灌注减少,依据减少程度表现为自心内膜下至心外膜下心肌密度的均

匀减低,从而实现CCTA评价冠状动脉管腔狭窄,同时可观察心肌早期灌注。本研究图像质量要求主动脉根部对比剂CT值在330~380HU之间,正常血流灌注心肌密度均匀,而血流灌注减低节段心肌密度较正常心肌均匀减低,均满足图像评估要求。

心肌缺血是实施经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention,PCI)的直接依据,而由冠状动脉管腔狭窄导致的缺血、心肌功能减低则是行PCI术的重要前提。CCTA评价冠状动脉管腔狭窄程度属无创性检查,准确度较以往明显提高^[8]。本组57例患者中,经DSCTA诊断为临界病变(管腔狭窄程度为50%~70%),1周内行ICA确认为临界病变,诊断准确率为100%。采用个性化扫描方案及自动管电流调制技术^[9-10],对比剂用量为55~70mL,辐射剂量为(9.18±2.49)mSv,均控制在较低水平。尽管如此,但由于缺少与血流动力学相关的功能学指标,单纯依赖CCTA血管解剖形态来评价冠心病存在明显不确定性,即使经ICA确诊为管腔临界病变,在选择治疗方式时仍需考虑临床体征、心绞痛症状、心肌缺血程度以及患者对药物治疗反应等多方面因素,治疗方式

选择存在不确定性。如选择 PCI 治疗,由于并不存在心肌缺血则可能导致本不该行 PCI 的病例出现;如倾向最佳药物治疗,由于存在心肌缺血则可能会漏掉本该积极行 PCI 的病例,导致不良心血管事件发生^[11]。从本组 57 例临界心绞痛病例中也可发现,仅凭 CCTA 管腔狭窄程度难以选择客观合理的治疗方式。如果给予最佳药物治疗,则可能有 47.4% (27/57) 的患者没有得到最佳治疗而延误病情;如果行 PCI,则有 52.6% (30/57) 的患者本不该行 PCI 而过度治疗,盲目行 PCI 并不能改善患者预后^[12]。正是由于缺少功能学指标,仅依据冠状动脉解剖狭窄程度来决定治疗策略存在明显不足。因此,冠状动脉病变功能学指标应该受到重视。

本组病例中,正常冠状动脉管壁规则,管腔均匀,而病变处可清晰显示管壁斑块,通过测量冠状动脉左前降支病变处管腔直径与病变近段正常管腔比值可客观评价管腔狭窄程度。同时,舒张末期侧壁心肌密度及厚度均匀,对比侧壁心肌,前壁心肌则表现为不同程度密度减低及心肌变薄,结合收缩末期心肌厚度,可为心肌功能分析提供依据。由于 DSCTA 具备较高的时间分辨力和空间分辨力,可通过测量节段心肌 CT 值来反映心肌早期灌注,也可通过测量节段心肌厚度及心肌增厚率来反映心肌功能。因此,将评价冠状动脉管腔解剖狭窄程度与节段心肌早期灌注及心肌功能相结合,可为冠心病患者的诊断及治疗提供更多的功能学指标。目前认为 FFR 检查是准确判断功能相关血管病变的可靠手段,FFR \geq 0.80 时,相应节段心肌缺血可能性小,而当 FFR $<$ 0.80 时,相应节段心肌缺血可能性大^[13]。

本研究中,与正常侧壁心肌比较,A 组 (FFR $<$ 0.80) 前壁与侧壁心肌在早期血流灌注、舒张末期心肌厚度方面差异有统计学意义 (F 值分别为 49.514、34.386, P 值均 $<$ 0.001),且心肌收缩功能较侧壁减低 (F 值为 12.940, P $<$ 0.05)。B 组中 (FFR \geq 0.80) 前壁与侧壁在心肌早期血流灌注、舒张末期心肌厚度方面差异有统计学意义 (F 值分别为 15.844、5.877, P 值均 $<$ 0.05),但前壁与侧壁在心肌增厚率方面差异无统计学意义 (F 值为 1.790, P $>$ 0.05),提示心肌增厚率反映心肌收缩功能,与病变冠状动脉功能相关。由此可见,临界病变可导致心肌早期血流灌注减低,进而影响早期舒张功能,而功能相关的临界病变可导致相应节段心肌收缩功能减低。

另一方面,A、B 两组间前壁心肌在早期血流灌注及心肌增厚率两方面差异具有统计学意义,且心肌增厚率差异更明显 (F 值分别为 4.225、20.101, P 值分别 $<$ 0.05、 $<$ 0.001),而舒张末期心肌厚度两组差异无

统计学意义 (F 值为 0.002, P $>$ 0.05)。由此可见,心肌增厚率较心肌早期灌注更能反映功能相关的血管病变,而舒张末期心肌厚度可一定程度反映心肌早期血流灌注情况,可提示早期心肌功能减退,但尚不足以支持功能相关的血管病变的诊断,与既往文献报道一致^[14]。

综上所述,单纯依据冠状动脉管腔解剖狭窄程度决定治疗方式存在明显不足。CCTA 检查将管腔解剖狭窄与节段心肌早期灌注及心肌收缩功能有机结合,对诊断及鉴别功能相关血管临界病变具有重要价值,可为临床治疗提供客观依据。

参考文献:

- [1] Kirtane AJ, Marshall JJ. The benefit of ischemia-based revascularization for stable ischemic heart disease: the impact of FAME 2 [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 81(1): 1-3.
- [2] Sakurai S, Takashima H, Waseda K, et al. Influence of plaque characteristics on fractional flow reserve for coronary lesions with intermediate to obstructive stenosis: insights from integrated-backscatter intravascular ultrasound analysis [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2015, 31(7): 1295-1301.
- [3] 杨蓓,肖建伟,金朝林,等.基于 64 层 CT 的左冠状动脉前降支动脉硬化程度与左心功能改变相关性研究 [J]. *放射学实践*, 2010, 25(11): 1245-1248.
- [4] 张传臣,张兆琪,王精,等.320 层容积 CT 心肌灌注成像对心肌灌注缺损的诊断价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2012, 42(5): 396-400.
- [5] 陈凯,刘忱,赵汉青,等.双源 CT 低碘浓度对比剂联合低 kV 和非迭代重建技术在冠状动脉 CTA 检查中的临床价值 [J]. *放射学实践*, 2015, 30(10): 997-1000.
- [6] 武永杰,赵宏亮,魏梦琦,等.低浓度对比剂大螺距前门控双源 CT 冠状动脉成像初步研究 [J]. *放射学实践*, 2015, 30(5): 554-559.
- [7] Park EA, Lee W, Kim KW. Iterative reconstruction of dual-source coronary CT angiography: assessment of image quality and radiation dose [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2012, 28(7): 1775-1786.
- [8] 吴宁,蒲红,王娜,等.慢性完全闭塞冠状动脉患者介入术前双源 CT 评估及指导分析 [J]. *介入放射学杂志*, 2015, 23(12): 1069-1072.
- [9] 葛尚,王涛,潘昌杰,等.双源 CT“双低”冠状动脉成像质量及辐射剂量的研究 [J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2015, 35(3): 226-230.
- [10] 阎静,成官迅,刘国顺,等.双源 CT 前瞻性 and 回顾性心电门控冠状动脉成像对比研究 [J]. *医学影像学杂志*, 2012, 22(1): 45-49.
- [11] Lansky AJ, Goto K, Cristea E, et al. Clinical and angiographic predictors of short- and long-term ischemic events in acute coronary syndromes: results from the acute catheterization and urgent intervention triage strategy (ACUITY) trial [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2010, 3(4): 308-316.
- [12] Tonino PA, De Bruyne B, Pijls NH, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(3): 213-224.
- [13] De Bruyne B, Pijls NH, Kalesan B, et al. Fractional flow reserve guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease [J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(11): 991-1001.
- [14] 张学洪,叶雪存,葛郁芝,等.实时三维超声心动图评价冠心病室壁运动幅度及舒张功能 [J]. *中国循环杂志*, 2012, 4(27): 274-277.