

急性冠脉综合征肇事斑块的 CT 特征

齐琳, 毛定飏, 滑炎卿

【中图分类号】R814.42; R543.3 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2012)11-1164-04

急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)是一组由冠状动脉粥样硬化斑块破裂或糜烂、继发血栓形成导致急性心肌缺血引起的临床综合征,包括急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)及不稳定型心绞痛(unstable angina, UA)。导致急性冠脉综合征(ACS)的肇事斑块90%以上为不稳定斑块,因此我们可以通过观察ACS肇事病变来了解不稳定斑块(易损斑块)的特征^[1]。鉴于大多数冠状动脉不稳定斑块在破裂前所造成的管腔狭窄仅为轻至中度,因此在冠心病的发生、发展和转归过程中,明确冠状动脉斑块的性质较其导致的管腔狭窄程度更有意义。MSCT冠状动脉成像能鉴别斑块性质^[2],有助于早期识别冠心病高危患者,及时发现不稳定斑块以进行干预,为治疗决策提供评价依据。现将ACS肇事斑块的MSCT特征总结如下。

1. 正性血管重构

血管重构是弹力型动脉粥样硬化过程中血管的几何形态对血管损伤产生一种常见的适应性变化,是血管壁细胞增殖、死亡、迁移以及细胞外基质合成和降解导致血管壁结构综合改变的结果。血管重构表现为血管腔/壁比例的改变,分为正性

重构和负性重构,前者指随着动脉粥样斑块的发生、发展,血管外弹力膜首先向外扩张容纳斑块,以保持管腔面积不变,当斑块面积大于血管壁向外扩张的极限后,管腔才开始出现狭窄。重构指数(RI)计算公式:

$$RI = \frac{2 \times \text{病变处血管横截面积}}{\text{病变近端正常血管面积} + \text{远端血管面积}} \quad (1)$$

RI>1.10 为正性重构,RI<0.95 为负性重构^[3]。正性重构一方面可以延缓血管狭窄的进程,避免冠脉血流灌注量的下降,但另一方面却由于斑块拥更大的液性脂核及更多的巨噬细胞计数,斑块破裂的可能性增大;负性重构可见压缩性的外膜纤维化和增厚,相对而言,虽然负性重构的血管狭窄程度更重,但是斑块的性质却相对稳定^[4]。

因此急性冠脉综合征患者的冠状动脉更多呈现正性重构,而多数稳定型心绞痛患者(stable angina, SA)以负性重构为主(图1~3)。Hoffmann等^[5]使用16层螺旋CT对14例ACS和9例SA患者进行研究,结果同样发现ACS患者冠状动脉肇事病变的重构指数明显大于ACS患者的稳定病变以及SA患者的病变(分别为1.4±0.3、1.0±0.4和1.2±0.3)。Motoyama

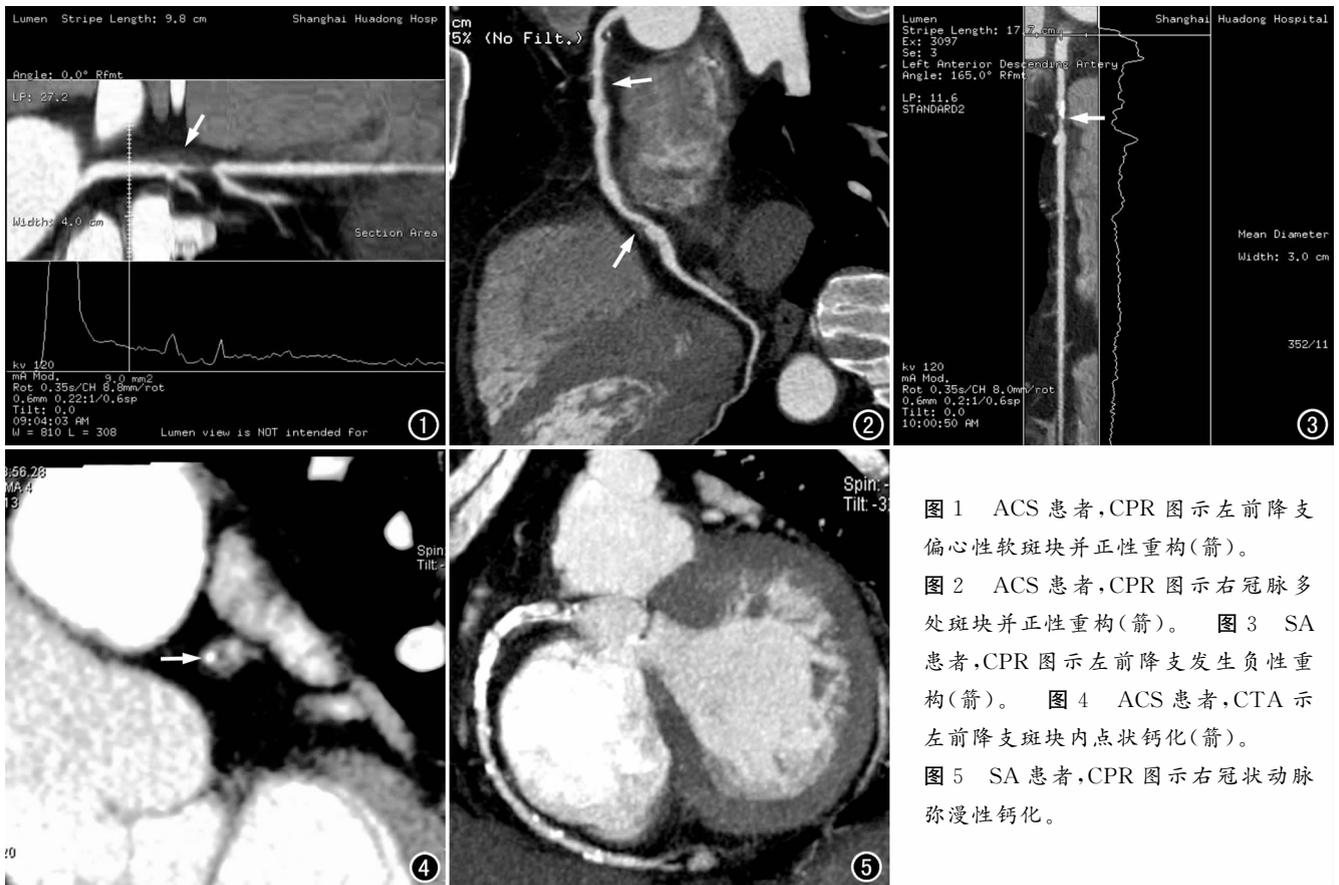


图1 ACS患者,CPR图示左前降支偏心性软斑块并正性重构(箭)。图2 ACS患者,CPR图示右冠脉多处斑块并正性重构(箭)。图3 SA患者,CPR图示左前降支发生负性重构(箭)。图4 ACS患者,CTA示左前降支斑块内点状钙化(箭)。图5 SA患者,CPR图示右冠状动脉弥漫性钙化。

作者单位:200040 上海,复旦大学附属华东医院放射科

作者简介:齐琳(1986—),女,山东人,硕士研究生,住院医师,主要从事心血管疾病影像诊断工作。

通讯作者:滑炎卿,E-mail:cjr.huanyanqing@vip.163.com

等^[6]使用16层和64层螺旋CT对38例ACS和33例SA患者进行的研究中,ACS和SA患者正性重构的发生率分别为87%和12%。MSCT能很好地显示冠状动脉的血管重构现象,进而帮助判断斑块的稳定性。

2. 点状钙化

点状钙化指血管内超声上钙化强回声后无回声角度不足90°,此定义同样可应用于MSCT。点状钙化在已经形成血管正性重构的AMI和UA患者中更常见。ACS患者冠状动脉点状钙化明显多于SA患者的冠状动脉点状钙化,而SA患者的钙化冠状动脉长度更长、程度更重^[7](图4、5)。

根据IVUS所见,斑块的钙化可分为4种模式:无钙化、点状钙化、中等钙化(无回声角度90°~180°)、广泛钙化(无回声角度大于180°),在AMI患者中,肇事病变以点状钙化最常见(出现率51%),UA患者中,肇事病变无钙化和点状钙化的出现率与AMI患者相仿,而SA患者肇事病变以广泛钙化的出现率最高(38%);并且AMI患者中点状钙化常与纤维脂性斑块一起出现,UA患者中无钙化并纤维脂性斑块最常见;当AMI和UA患者出现正性重构时,点状钙化也常被观察到(出现率AMI 67%,UA 47%)^[8]。在Motoyama等^[6]的研究中,ACS和SA患者冠状动脉点状钙化的发生率分别为63%和21%,而且当斑块同时出现正性重构、低密度斑块(CT值<30 HU)和点状钙化时,将斑块与ACS相联系的阳性预测值为95%,当斑块

缺乏上述3种特征时,排除肇事病变的阴性预测值达100%。因此点状钙化与正性重构、纤维脂性斑块一样可作为预测斑块稳定性的一个重要依据。

3. 低密度斑块

MSCT可根据CT值的不同分析斑块的成分,不同成分的斑块存在明显密度差异(图6~8)。软斑块形成时由于其所含的脂肪较多,而覆盖表层的纤维组织较少,所以表现不稳定,易在各种因素的影响下发生破裂、出血、血栓形成。软斑块与ACS的发生有一定相关性。钙化斑块主要富含胶原及弹性纤维或钙化组织,这种斑块相对稳定,以SA为主。

Sato等^[9]使用4层和16层螺旋CT诊断ACS,诊断标准为冠脉狭窄程度≥75%、低密度斑块(CT值低于50 HU)和/或心肌灌注缺损,结果MSCT的敏感度和特异度分别为95.5%和88.9%。Schuijff等^[10]的研究中,SA患者大多数病灶是钙化斑块(89%),ACS患者中非钙化病灶占18%、混合性病灶占36%。由于冠脉斑块常常是多种成分混杂,MSCT难以有效区分,而且管腔的强化程度不同也会对斑块的密度测量造成影响,所以Chin等^[11]提出血管密度率(vessel density ratio, VDR)的概念,即将斑块处所有物质(包括血管壁、管腔、斑块和血栓)的平均CT值除以主动脉根部的CT值,他在研究中使用64层螺旋CT对43例ACS和21例其它类型心绞痛患者进行扫描,结果发现ACS患者VDR值明显低于其它类型心绞痛患者,而

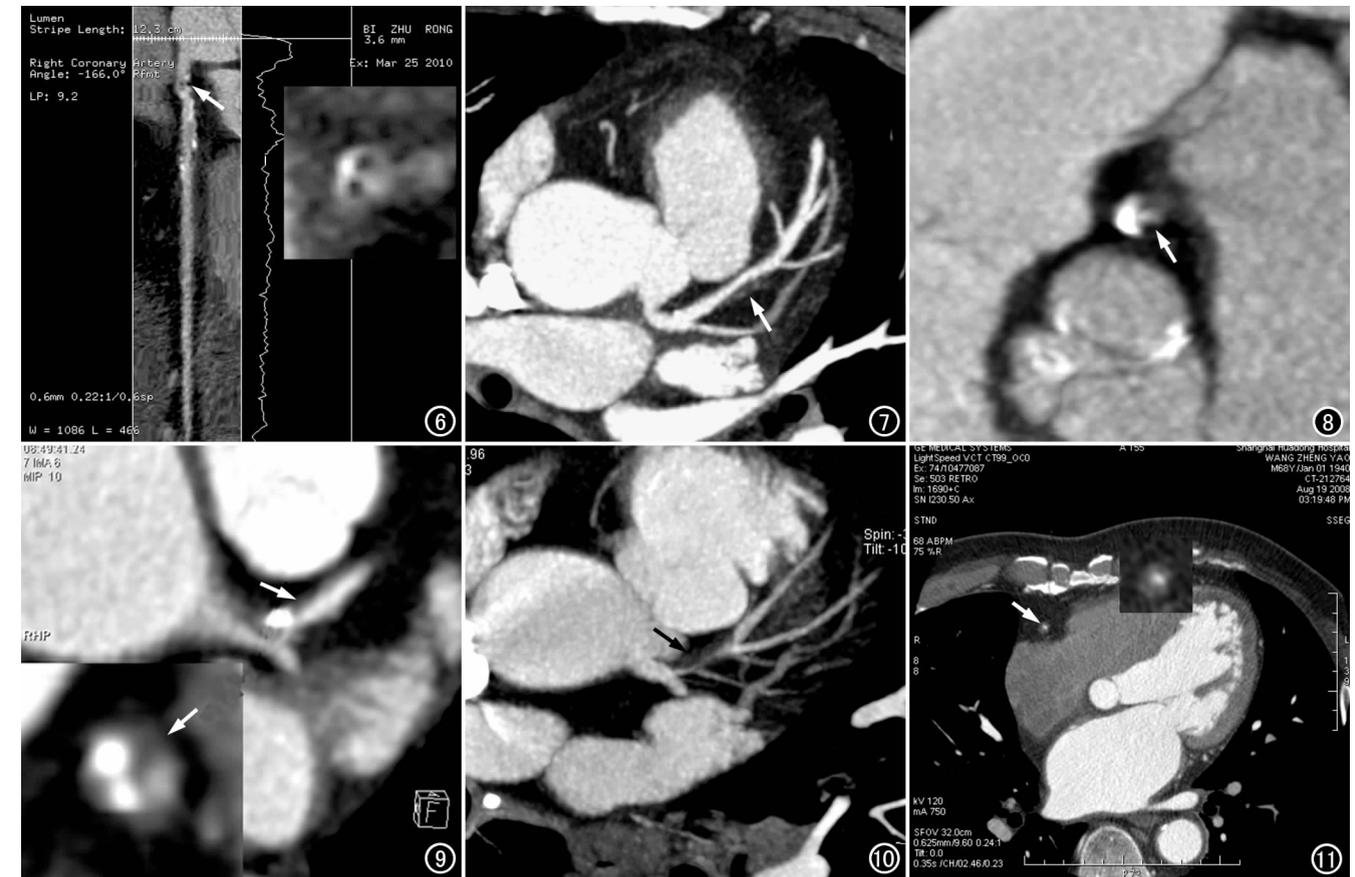


图6 ACS患者,CPR图示右冠脉多处斑块形成,软斑块内CT值最低为-15HU(箭),邻近有点状钙化。图7 ACS患者,CTA示左前降支软斑块CT值为40HU(箭)。图8 SA患者,CTA示右冠状动脉斑块含多种成分(箭)。图9 ACS患者,CPR图示左冠状动脉主干偏心性斑块形成(箭)。图10 ACS患者,CTA示左前降支近段长条状偏心性软斑块形成(箭)。图11 SA患者,横轴面CTA示右冠状动脉中段形成同心性斑块(箭)。

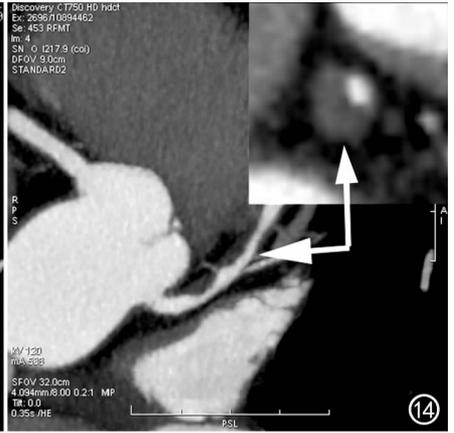


图 12 AMI 患者, CPR 图示右冠状动脉中远段软斑块形成、管腔闭塞(黑箭)并左心室下壁急性心肌梗死(白箭)。
图 13 ACS 患者, CPR 图示左前降支近段不规则长条状混合斑块形成(箭)。
图 14 SA 患者, CPR 图示左前降支斑块表面较光滑(箭)。 图 15 ACS 患者, CPR 图示左前降支近段斑块表面不规则(箭)。 图 16 ACS 患者, CTA 示斑块表面呈溃疡状, 对比剂自管腔呈血池状渗入斑块内部(箭)。

且 ACS 患者肇事病变的 VDR 值低于 ACS 患者非肇事病变和非 ACS 患者的病变。Matsumoto 等^[6]对 810 例患者进行分析, 根据 CT 表现分为非阻塞性低密度斑块(斑块 CT 值低于 68 HU, 且仅造成轻度至中度狭窄)组(共 189 例)和其它不含非阻塞性低密度斑块组(共 621 例)。经过(1062±544)天随访, 非阻塞性低密度斑块组共发生 22 例急性冠脉综合征(发生率 2.71%), 发生率明显高于另一组, 证实斑块密度可作为评价斑块稳定性的一个单独预测因素。

斑块的密度测量受多种因素的影响, 包括扫描机型及扫描层厚、部分容积效应、螺距、管电压、对比剂的剂量和浓度等^[12-15], 而且 MSCT 也难以将斑块的各种成分完全区分开, 因此目前还难以定义某个 CT 值作为诊断易损斑块的标准, 但总

的来说, 易损斑块由于脂质核心较大, 纤维帽较薄, 其 CT 值相对较低; 而稳定性斑块脂质核心较小, 纤维帽较厚, 钙化相对较多, 其 CT 值相对偏高。

4. 偏心性斑块

同心性斑块指斑块累及血管全周, 而偏心性斑块指斑块未累及血管全周。Varnava 等^[16]对 88 例死于冠心病的男性患者的心脏标本进行病理研究, 结果发现同心性斑块与偏心性斑块相比较, 冠脉管腔狭窄程度更明显(分别为 58.6%±21.3%和 39.9%±15.1%), 脂质含量更低(分别为 27.2%±25.0%和 36.8%±20.7%), 巨噬细胞含量更少(分别为 10.2%±12.0%和 15.4%±12.3%)。同心性斑块常与更明显的血管中膜和外膜增厚相联系, 由于外膜纤维化和增厚挤压造成的血管收缩使

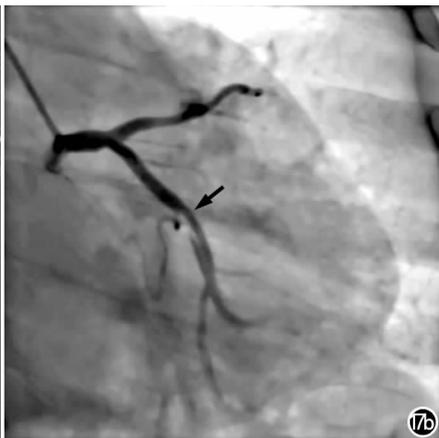


图 17 ACS 患者, 左旋支内膜撕裂形成夹层。a) CTA 示冠脉管腔内内膜片(箭); b) DSA 证实左旋支内膜撕裂(箭)。
图 18 ACS 患者, CPR 图示左前降支斑块内有小片状强化(箭)。

血管发生负性重构,而偏心性斑块对侧完整的血管内皮保留了对一氧化氮的敏感反应,以及斑块中的脂质诱发的巨噬细胞浸润和明胶酶谱活性增高均促使偏心性斑块的血管壁发生外向扩张形成正性重构,因此同心性斑块相对偏心性斑块更稳定(图 9~11)。16 层螺旋 CT 显示斑块的形态是偏心性或同心性的能力可与血管内超声相媲美^[13]。

5. 其它特征

斑块体积越大,其稳定性越差,这可能与斑块体积增大后斑块局部剪切力、轴向应力增加有关等(图 12、13)。Hoffmann 等^[5]的研究中,ACS 肇事病变的斑块面积为 $(17.5 \pm 5.9) \text{mm}^2$, ACS 稳定性病变面积为 $(9.1 \pm 4.8) \text{mm}^2$, SA 病变则为 $(13.5 \pm 10.7) \text{mm}^2$ 。Motoyama^[6]的研究中,随访过程中发生 ACS 者,斑块体积及低密度斑块占斑块总面积的比值均大于未发生 ACS 者。斑块的轮廓可分为平滑、不规则或溃疡状。表面平滑的斑块多为稳定斑块,而表面不规则或呈溃疡状的斑块常为易损斑块(图 14、15)。当斑块破裂时,斑块表面呈溃疡状,对比剂自管腔呈血池状或裂隙状渗入斑块内部(图 16),血池内密度与血管腔密度的比值 $0.7 \sim 1.0$ ^[17]。环形强化提示斑块破裂^[18]。破裂的斑块较稳定斑块体积明显增大^[19]。有时斑块破裂会造成内膜撕裂,形成自发性冠状动脉夹层(图 17)。有时候斑块表面虽未破裂,但斑块内有小片状强化(图 18)。斑块内强化与斑块内新生的血管组织有关,这一征象提示发生斑块内出血的危险性增加,并提示该斑块为不稳定斑块^[20]。

总之,ACS 患者冠状动脉肇事斑块的特征主要包括正性血管重构、点状钙化、偏心性斑块以及低密度斑块等,这些特征也在很大程度上代表易损斑块的特点。值得注意的是,以上征象是相互联系的,在对斑块稳定性进行评价时不能仅注意某一点,而应结合所有征象综合判断。

参考文献:

- [1] Yun KH, Mintz GS, Farhat N, et al. Relation between angiographic lesion severity, vulnerable plaque morphology and future adverse cardiac events (from the providing regional observations to study predictors of events in the coronary tree study)[J]. *Am J Cardiol*, 2012, 110(4):471-477.
- [2] Fujimoto S, Kondo T, Narula J. Evaluation of plaque morphology by coronary CT angiography[J]. *Cardiol Clin*, 2012, 30(1):69-75.
- [3] Imai A, Komatsu S, Ohara T, et al. Serum cystatin C is associated with early stage coronary atherosclerotic plaque morphology on multidetector computed tomography [J]. *Atherosclerosis*, 2011, 218(2):350-355.
- [4] Lim S, Shin H, Lee Y, et al. Effect of metabolic syndrome on coronary artery stenosis and plaque characteristics as assessed with 64-detector row cardiac CT[J]. *Radiology*, 2011, 261(2):437-445.
- [5] Hoffmann U, Moselewski F, Nieman K, et al. Noninvasive assessment of plaque morphology and composition in culprit and stable lesions in acute coronary syndrome and stable lesions in stable angina by multidetector computed tomography [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(8):1655-1662.
- [6] Motoyama S, Kondo T, Sarai M, et al. Multislice computed tomographic characteristics of coronary lesions in acute coronary syndromes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(4):319-326.
- [7] Park MJ, Jung JI, Choi YS, et al. Coronary CT angiography in patients with high calcium score: evaluation of plaque characteristics and diagnostic accuracy [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2011, 27 (Suppl 1):S43-S51.
- [8] Rambhia SH, Liang X, Xenos M, et al. Microcalcifications increase coronary vulnerable plaque rupture potential: a patient-based micro-CT fluid-structure interaction study [J]. *Ann Biomed Eng*, 2012, 40(7):1443-1454.
- [9] Sato Y, Matsumoto N, Ichikawa M, et al. Efficacy of multislice computed tomography for the detection of acute coronary syndrome in the emergency department [J]. *Circ J*, 2005, 69(8):1047-1051.
- [10] Schuijff JD, Beck T, Burgstahler C, et al. Differences in plaque composition and distribution in stable coronary artery disease versus acute coronary syndromes; non-invasive evaluation with multi-slice computed tomography [J]. *Acute Card Care*, 2007, 9 (1):48-53.
- [11] Chin BS, Ong TK, Seyfarth TM, et al. Vessel density ratio: a novel approach to identify "culprit" coronary lesion by spiral computed tomography [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2006, 30(4):564-568.
- [12] Rinehart S, Vazquez G, Qian Z, et al. Quantitative measurements of coronary arterial stenosis, plaque geometry, and composition are highly reproducible with a standardized coronary arterial computed tomographic approach in high-quality CT datasets [J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2011, 5(1):35-43.
- [13] Morita H, Fujimoto S, Kondo T, et al. Prevalence of computed tomographic angiography-verified high-risk plaques and significant luminal stenosis in patients with zero coronary calcium score [J]. *Int J Cardiol*, 2012, 158(2):272-278.
- [14] 毛定飏, 朱毅, 陆效禹, 等. 冠状动脉粥样斑块的多层螺旋 CT 与病理的对照研究 [J]. *放射学实践*, 2005, 20(3):202-204.
- [15] Marwan M, Taher MA, El MK, et al. In vivo CT detection of lipid-rich coronary artery atherosclerotic plaques using quantitative histogram analysis: a head to head comparison with IVUS [J]. *Atherosclerosis*, 2011, 215(1):110-115.
- [16] Varnava AM, Mills PG, Davies MJ. Relationship between coronary artery remodeling and plaque vulnerability [J]. *Circulation*, 2002, 105(8):939-943.
- [17] Tanaka A, Shimada K, Yoshida K, et al. Non-invasive assessment of plaque rupture by 64-slice multidetector computed tomography—comparison with intravascular ultrasound [J]. *Circ J*, 2008, 72(8):1276-1281.
- [18] Nishio M, Ueda Y, Matsuo K, et al. Detection of disrupted plaques by coronary CT; comparison with angiography [J]. *Heart*, 2011, 97(17):1397-1402.
- [19] Pfleiderer T, Marwan M, Schepis T, et al. Characterization of culprit lesions in acute coronary syndromes using coronary dual-source CT angiography [J]. *Atherosclerosis*, 2010, 211(2):437-444.
- [20] 毛定飏, 滑炎卿, 吴昊, 等. 急性冠状动脉综合征粥样硬化斑块的多层螺旋 CT 特征 [J]. *中华放射学杂志*, 2009, 43(9):928-930.