

双源 CT 冠状动脉斑块与冠心病临床类型的相关性

韩 丹¹, 牛慧慧², 张 俊¹, 谢晓洁¹

(1. 昆明医科大学第一附属医院影像科, 云南省昆明市 650032; 2. 河南中医学院第一附属医院, 河南省郑州市 450004)

[关键词] 粥样硬化斑块; 双源螺旋 CT; 血管内超声; 偏心指数; 重构指数

[摘 要] 目的 评价双源 CT(DSCT)冠状动脉斑块性质、形态及冠状动脉狭窄程度与冠心病临床类型的关系。方法 35 例临床诊断为冠心病患者, 据临床标准分成急性冠状动脉综合征(ACS)和稳定型心绞痛(SAP)两组, 均接受 DSCT 冠状动脉成像与血管内超声(IVUS)检查。以 IVUS 检查为标准, 测量斑块的性质、冠状动脉狭窄程度并评估斑块偏心性及血管重构。结果 35 例(105 支血管)59 支病变血管共 200 段, 对 146 个 DSCT 和 IVUS 对应病变节段分别行 DSCT 与 IVUS 测量, 两项检查在血管重构指数、斑块偏心指数测量结果方面具有很好的一致性($P>0.05$)。ACS 组及 SAP 组之间的脂质斑块、钙化斑块节段数目有统计学差异($P<0.05$), ACS 组及 SAP 组之间的斑块偏心性、血管重构指数存在统计学差异($P<0.05$)。结论 与 SAP 对照, ACS 在 DSCT 多显示为脂质斑块, 斑块呈偏心性分布, 病变血管多为阳性重构。

[中图分类号] R816.2 [文献标识码] A

The Correlation of Coronary Artery Plaques in DSCT and Clinical Types of Coronary Heart Disease

HAN Dan¹, NIU Hui-Hui², ZHANG Jun¹, and XIE Xiao-Jie¹

(1. Medical Imaging Department, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming, Yunnan 650032, China; 2. Department of MRI, the First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou, Henan 450004, China)

[KEY WORDS] Atherosclerotic Plaque; Dual Source Spiral CT; Intravascular Ultrasound; Eccentric Index; Remodeling Index

[ABSTRACT] **Aim** To evaluate the correlation of the plaque composition, morphology and degree of coronary artery stenosis with the clinical types of coronary heart disease. **Methods** 35 cases received dual-source CT (DSCT) coronary angiography and intravenous ultrasound (IVUS) examination in one month were collected from March, 2008 to October, 2010. The patients were divided into acute coronary syndrome (ACS) and stable angina pectoris (SAP) groups, according to clinical standards. Among 35 cases, there were 25 with ACS, 10 with SAP. With the IVUS as the reference standard, DSCT was performed to measure the plaque composition and the degree of coronary artery stenosis, and to evaluate remodeling index (RI) and eccentric index (EI) of plaques. **Results** There were 105 vascular branches in 35 cases, including 59 branches in total of 200 segments with lesion vessels. Evaluable 146 segments with lesion vessels had a good consistency in RI and EI ($P>0.05$). There was a significant difference between ACS and SAP groups in the number of lipid and calcified plaques ($P<0.05$). The lipid plaques accounted for great proportion in ACS group and calcified plaques in SAP group. There was significant difference between RI and EI of plaque for the two groups ($P<0.05$). In 130 stenosed segments, there was no statistic difference in the degree of artery stenosis between ACS and SAP groups ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with SAP, most of the segments with ACS are detected to have lipid plaque, eccentric distribution and positive remodeling by DSCT.

[收稿日期] 2013-01-11

[基金项目] 云南省应用基础研究基金资助项目(2008c0477m)、云南省教育厅科学研究基金项目(2010Y177)和昆明医学院硕士研究生创新基金(2009N22)

[作者简介] 韩丹, 博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为心胸影像诊断, E-mail 为 kmhandan@sina.com。牛慧慧, 硕士, 住院医师, 研究方向为胸部影像学, E-mail 为 15877930901@163.com。

冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary heart disease, CHD)简称冠心病,是人类主要死亡原因之一。近年来我国冠心病发病率及死亡率呈逐年上升的趋势,严重地威胁了人类的健康。急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)是导致冠心病发生不良预后与猝死的主要原因。急性冠状动脉事件的发生和预后主要取决于斑块的不稳定性,斑块的稳定性取决于斑块的性质^[1]。如何早期利用无创的影像技术识别易损斑块,成为当前心血管领域的焦点。本文旨在运用双源 CT(dual-source CT, DSCT)冠状动脉造影检测冠状动脉斑块,分析冠心病的临床类型与冠状动脉斑块形态的关系,评估 DSCT 冠状动脉斑块形态学分析的临床应用价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象

收集 2008 年 3 月至 2010 年 10 月在我院临床诊断为冠心病的患者 35 例,在 1 个月内同时行 DSCT 冠状动脉 CT 血管造影(CT angiography, CTA)和血管内超声(intravenous ultrasound, IVUS)检查。患者年龄 42~81 岁,平均 62.3 ± 10.9 岁。35 例中 ACS 25 例(不稳定型心绞痛 20 例,非 ST 抬高型心肌梗死 5 例),稳定型心绞痛(stable angina pectoris, SAP)10 例。

ACS、SAP 参照 2007 年中华医学会心血管病学分会《慢性稳定型心绞痛诊断与治疗指南》、《2007 年 ACC-AHA 急性心肌梗死诊断与治疗指南》及《ACC/AHA 不稳定型心绞痛/非 ST 段抬高心肌梗死患者》的标准。

1.2 DSCT 检查及 IVUS 检查

采用 Siemens 公司 SOMATOM Definition 双源 64 层螺旋 CT 机行冠状动脉 CTA, Siemens 公司 Syngo Multi Modality 工作站(MMWP)进行图像后处理。图像分析主要采用轴位结合 3D 和 Circulation 软件的多平面重建(multi-planar reconstruction, MPR)、最大密度投影(maximum intensify projection, MIP)、容积再现(volume rendering, VR)、曲面重建(curved reconstruction, CPR)等重建图像。

血管造影机为荷兰 Philips 公司生产的单 C 臂 DSA(FD10)。血管内超声仪为 Volcano Therapeutics 公司生产的鹰眼(Eagle Eye TM)血管内超声导管,采用 2.9F 30MHz 64 晶体相控阵型探头。

为了使 DSCT 图像与 IVUS 相对应,首先对有显著特征的可信位点进行相关性定位如:血管开口、

分叉部位、严重钙化、严重狭窄部位及单支血管的独立斑块等。然后进行从冠状动脉的可信位点至特定节段及斑块距离的 DSCT、IVUS 测量,进一步定位斑块的位置,为保证测量的可行性和准确性,对面积小于 1 mm^2 的斑块不进行测量。

1.3 斑块的类型及形态学分析

根据美国心脏协会(American Heart Association, AHA)标准,对冠状动脉分段采用 14 段分段法^[2]。在未知 DSCT 结果的前提下,对冠状动脉的左主干、左前降支、回旋支、右冠状动脉 4 支血管的各个节段进行评估。

斑块定性分析:IVUS 冠状动脉粥样斑块主要表现为内膜异常回声,管壁不同程度的增厚及管腔面积减小。以血管外膜回声为参照,根据斑块超声回声的强弱,采用美国心脏病学会制定的指导标准^[7],将斑块性质分为:(1)软斑块(脂质斑块):斑块回声强度低于血管外膜;(2)纤维性斑块:回声接近于或者等同于血管外膜;(3)钙化斑块:回声高于血管外膜回声强度,并伴有声影。

DSCT 斑块 CT 值测量^[3]:MPR 横断面图像上,在斑块不同方向采 3~5 个感兴趣区(ROI)测量,取点面积 $= 1 \text{ mm}^2$,避开血管腔及周围组织,取 5 个测量值的平均值。

重构指数^[4](reconstruction index, RI) = 病变处血管面积/近远端参考血管面积的平均值, $RI > 1.05$ 为阳性重构, $0.95 \sim 1.05$ 之间为无重构, < 0.95 为阴性重构。斑块偏心指数(eccentric index, EI) = 斑块最大径/斑块最小径,以 > 2 为偏心斑块。参考血管的选取^[5]:尽量选取病变节段近端和远端内最接近正常并且无大的分支发出的部位,取平均数为参照血管面积,距测量点 10 mm 以内。将管壁厚度大于 0.5 mm 视为存在斑块。

1.4 冠状动脉狭窄判断标准

对所有冠状动脉病变,至少取两个相互垂直的投照体位,按狭窄程度最重的体位测量其狭窄程度。测量狭窄直径、参考直径、病变狭窄率。狭窄 $< 25\%$ 为正常, $25\% \sim 50\%$ 为轻度狭窄, $51\% \sim 75\%$ 为中度狭窄, 76% 以上为重度狭窄。以冠状动脉狭窄程度 $\geq 50\%$ 为冠状动脉造影异常的标准。以此为金标准,DSCT 的符合段数为 130/155 段。

1.5 统计学分析

采用 SPSS13.0 统计软件包,计数资料以百分率(%)表示,采用 χ^2 检验。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 病变数目和分布情况

35 例(105 支血管)共 59 支为病变血管(其中 RCA 15 支,LAD 31 支,LCX 13 支)。按 14 段分法共计 223 支冠状动脉节段,除去 23 段图像质量较低未被纳入研究,共分析 200 段(RCA 58 段,LAD 100 段,LCX 42 段)。DSCT 与 IVUS 共同检出的病变节段有 155 个,其中 146 个节段(右冠状动脉 34 个,左冠状动脉 83 个,左回旋支 29 个)同时用于 DSCT 和 IVUS 对照研究,有 9 个节段由于两项检查不处于同一观察层面或位于血管分叉处未纳入对比研究。

2.2 DSCT、IVUS 对血管重构指数、斑块偏心指数的检测

146 个对应节段测量冠状动脉同一病变同一截面的血管重构指数(RI)及斑块偏心指数(EI),分别计算其均数和标准差,DSCT 与 IVUS RI 及 EI 比较差异无统计学意义($P>0.05$),表明两种方法测量值具有一致性(表 1)。

表 1. DSCT、IVUS 测量 RI 及 EI 的比较

检测指标	DSCT	IVUS	<i>t</i>	<i>P</i>
RI	1.11 ± 0.11	1.23 ± 0.61	1.144	0.256
EI	0.62 ± 0.12	0.67 ± 0.13	1.545	0.127

2.3 斑块性质与 ACS、SAP 的关系

以 IVUS 结果为标准得到 200 个节段中 41 个正常节段,脂质斑块 63 节段,纤维斑块 50 节段,钙化斑块 46 节段。对 IVUS 证实的各类斑块进行回顾性分析,分别测量其 CT 值,其中脂质斑块、纤维斑块及钙化斑块的平均 CT 值分别为 40 ± 16 Hu(13 ~ 79 Hu)、75 ± 20 Hu(34 ~ 132 Hu)、435 ± 181 Hu(134 ~ 874 Hu)。脂质斑块、纤维斑块、钙化斑块的平均 CT 值差异有显著性($P<0.05$);脂质斑块与钙化斑块之间、纤维斑块与钙化斑块之间差异有统计学差异($P<0.05$);脂质斑块与纤维斑块之间的平均 CT 值无统计学差异($P>0.05$)。脂质斑块、钙化斑块数目在 ACS 组及 SAP 组之间差异有统计学意义($P<0.05$),ACS 组脂质斑块较多,SAP 组钙化斑块多,而纤维斑块两组之间差异无统计学意义($P>0.05$;表 2)。

2.4 冠心病的临床类型与斑块偏心性的关系

ACS 组及 SAP 组间斑块偏心性有统计学差异

($P<0.05$),ACS 组斑块多呈偏心性分布,SAP 组斑块多呈同心性分布(表 3)。

表 2. 临床类型与斑块性质的关系

Table 2. The correlation of clinical types and the composition of plaques

斑块性质	ACS 组	SAP 组	χ^2	<i>P</i>
脂质斑块(个)	48	15	20.527	<0.05
纤维斑块(个)	24	26	1.089	>0.05
钙化斑块(个)	14	32	14.582	<0.05

表 3. 临床类型与斑块偏心性的关系

Table 3. The correlation of clinical types and distribution of plaques

斑块偏心性	ACS 组	SAP 组	χ^2	<i>P</i>
偏心性斑块(个)	69	21	42.575	<0.05
同心性斑块(个)	17	52	42.575	<0.05

2.5 冠心病的临床类型与血管重构的关系

ACS 组及 SAP 组之间的血管重构有统计学差异($P<0.05$)。ACS 组多见正性重构或无明显重构(图 1 和图 2),SAP 组以负性重构更多见(表 4)。

表 4. 临床类型与血管重构的关系

Table 4. The correlation of clinical types and vascular remodeling

血管重构	ACS 组	SAP 组	χ^2	<i>P</i>
正性重构(个)	54	19	21.489	<0.05
无重构(个)	14	18	1.724	>0.05
负性重构(个)	18	36	14.184	<0.05

2.6 冠心病的临床类型与血管狭窄的关系

选取与 IVUS 符合的 130 个狭窄段,发现 ACS 组与 SAP 组血管狭窄程度无统计学差异($P>0.05$),即狭窄程度与冠心病临床类型无关(表 5)。

表 5. 临床类型与冠状动脉狭窄的关系(例)

Talbe 5. The correlation of clinical types and the degree of artery stenosis

狭窄程度	ACS 组	SAP 组	χ^2	<i>P</i>
<50%	30	28	1.336	>0.05
50% ~ 75%	30	28	1.336	>0.05
>75%	8	6	1.232	>0.05

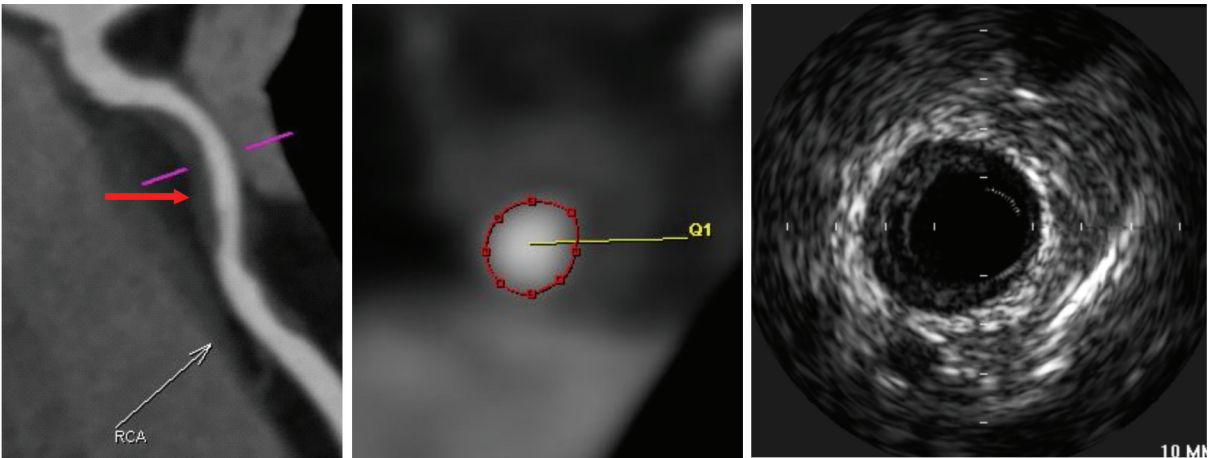


图 1. 64 岁男性非 ST 段抬高型心肌梗死患者 DSCT 和 IVUS 左为冠状动脉 CTA 示 RCAP 广泛脂质斑块形成,病变处血管轻度正性重构(箭头);中为 MPR 横轴位示斑块呈偏心性分布;右为 IVUS 示偏心性脂质斑块。

Figure 1. DSCT and IVUS of a 64-year-old male patient with non-ST elevation myocardial infarction

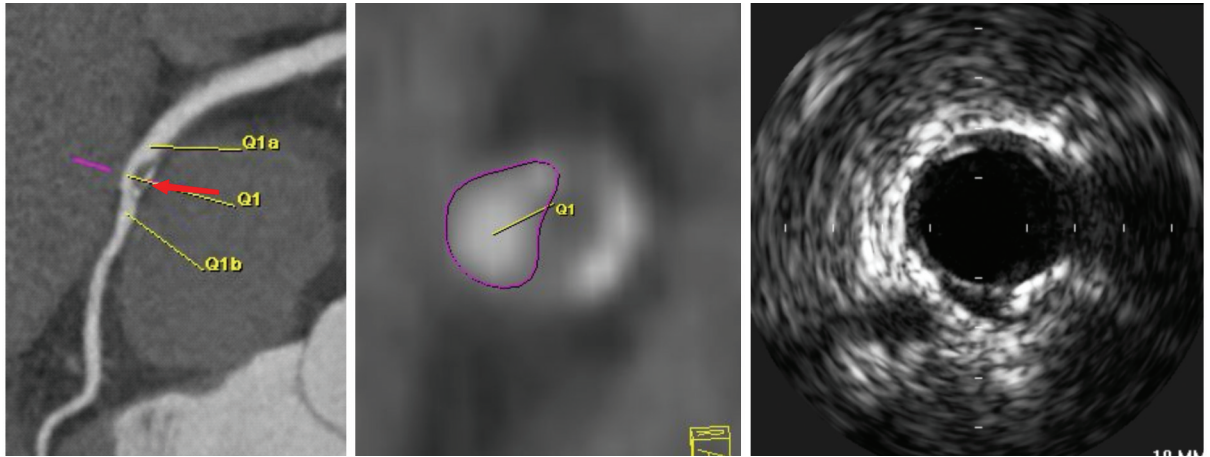


图 2. 73 岁男性不稳定型心绞痛患者 DSCT 和 IVUS 左为 LAD 混合斑块形成,以脂质为主,病变处血管呈正性重构(箭头);中为 MPR 横轴位显示斑块呈偏心性分布;右为 IVUS 示偏心性混合斑块。

Figure 2. DSCT and IVUS of a 73-year-old male patient with unstable angina

3 讨论

冠状动脉“不稳定性斑块”也即“易损斑块”,是指易发生破裂,产生血栓并快速进展为不稳定性斑块的动脉粥样硬化斑块。易损斑块 IVUS 的主要特征是偏心分布、大的脂质核、薄纤维帽、斑块部位血管发生正性重构。在急性心肌梗死患者尸检结果也显示呈偏心分布、形态不规则、边缘凸出的复合性斑块最易破裂引起 ACS^[6]。

目前,多排螺旋 CT (MSCT) 已成为无创性心血管检查最具有潜力的检查方法之一。多项研究表明 DSCT 对冠状动脉狭窄诊断的敏感性、特异性均达到 90% 以上,尤其是阴性预测值可达到 99% 以上。MSCT 对冠状动脉斑块识别的精确性也有一些

相关报道^[6-8],其敏感性达到 96%,特异性达 94%^[9]。由于脂质斑块、纤维斑块、钙化斑块的平均 CT 密度值之间差异有显著性,说明 DSCT 可以根据斑块的 CT 值不同对冠状动脉斑块进行定性分类。而由于脂质斑块与纤维斑块之间的 CT 值有部分重叠,脂质斑块与纤维斑块之间的平均 CT 值无明显差异,这也就导致 DSCT 对脂质斑块及纤维斑块检测的敏感性、特异性降低。所以,可认为 DSCT 在区别钙化斑块及非钙化斑块(软斑块、纤维斑块)方面比较准确,但在判断是否易损斑块方面,仍然存在一定困难^[10],必须结合其他相关因素综合分析。

本研究以 IVUS 为标准,对 35 例 146 个与 IVUS 相对应冠状动脉节段的 CT 图像行狭窄、斑块分析,

共获得与 IVUS 相符合的冠状动脉狭窄节段 130 段,可见冠状动脉狭窄程度与冠心病的临床类型 (ACS、SAP) 间无关 ($P > 0.05$),表明冠状动脉的狭窄轻重与冠心病的临床类型无明显的相关性。因为 ACS 的病理基础是冠状动脉内不稳定性斑块的存在,ACS 的全过程包括动脉粥样硬化斑块的形成、发展、最终破裂以及血栓形成^[11]。同时可伴血管痉挛,引起血管腔明显狭窄,甚至完全堵塞从而出现心肌的缺血缺氧,严重的出现心肌梗死,临床出现胸痛胸闷、心律失常、心力衰竭甚至猝死,是最常见和死亡率最高的一种心血管急症。ACS 早期因病变极不稳定,死亡率高,故积极给予干预措施,缩小心肌缺血或坏死的范围,稳定粥样硬化斑块,对改善预后有重要意义。SAP 的病理基础是稳定性动脉粥样硬化斑块,其斑块一般属于向心性,多为 50% ~ 75% 或更严重的狭窄,斑块内含胆固醇少,斑块内膜有比较厚的纤维化和钙化组织覆盖,斑块不易破裂。所以,现在认为决定冠心病危险程度的关键不是冠状动脉的狭窄程度,而是动脉粥样硬化斑块的稳定性^[12,13]。

同样以 IVUS 为标准,对 200 节段分析,共发现 159 个节段斑块,其中脂质斑块 63 个节段,纤维斑块 50 个节段,钙化斑块 46 个节段。ACS 组及 SAP 组之间的脂质斑块、钙化斑块数目均有统计学差异 ($P < 0.05$),即斑块性质与冠心病的临床类型有相关性。ACS 组脂质斑块较多,SAP 组钙化斑块多。因为脂质斑块为易损斑块,易发生破裂,产生血栓致 ACS,而钙化斑块较稳定。

从斑块的的偏心性及相应血管的重构两个形态学特征的分析也发现,ACS 组及 SAP 组间偏心性斑块数目存在统计学差异 ($P < 0.05$),ACS 组及 SAP 组之间的正性重构及负性重构数目存在统计学差异 ($P < 0.05$)。ACS 组患者斑块多呈偏心性分布,病变处血管容易发生正性重构或无明显重构。冠状动脉血管重构与斑块的形态和斑块的稳定性有关,斑块处血管扩张与斑块的动态变化导致了动脉重构的进展。有研究表明^[14,15],正性重构与 ACS 复杂的损伤有关,所含的斑块多为不稳定性斑块,是动脉粥样硬化早期的表现。负性重构更常见于 SAP,所含的斑块多为稳定性斑块,是冠状动脉疾病的晚期表现。Smits 等^[16]用血管镜及 IVUS 研究发现不稳定型心绞痛患者中正性重构显著多于负性重构,而稳定型心绞痛中负性重构更常见。偏心性斑块处血流加速,管壁各段扩张程度不同,局部血流剪切力的增加,刺激无病变的血管壁发生扩张而

导致斑块破裂。同时,IVUS 检查证实,不稳定型心绞痛患者的斑块偏心指数明显高于稳定型心绞痛患者。

综上,DSCT 冠状动脉造影显示为脂质斑块、偏心性斑块、病变血管存在正性重构多为 ACS;反之,多考虑 SAP。虽然,DSCT 冠状动脉成像尚不能完全替代 CAG 及 IVUS 检查,但作为一种无创筛查手段,仍有广泛的临床应用价值。随着 CT 技术的不断发展,其图像质量的不断改善,DSCT 的可信度会有所增加,其作为无创性影像检查手段在诊断冠心病、判断冠状动脉斑块形态、识别易损斑块、对冠心病进行危险分层、指导介入治疗等方面将会发挥更大的作用。

[参考文献]

- [1] Papadopoulou SL, Neefjes LA, Schaap M, et al. Detection and quantification of coronary atherosclerotic plaque by 64-slice multidetector CT: a systematic head-to-head comparison with intravascular ultrasound [J]. *Atherosclerosis*, 2011, 219(1): 163-170.
- [2] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system onpatients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad HocCommittee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association[J]. *Circulation*, 1975, 51 (4 Suppl): 5-40.
- [3] Pohle K, Achenbach S, Macneill B, et al. Characterization of non-calcified coronary atherosclerotic plaque by multi-detector row CT: comparison to IVUS[J]. *Atherosclerosis*, 2007, 190(1): 174-180.
- [4] Moses JW, Stone GW, Nikolsky E, et al. Drug-eluting stents in the treatment of intermediate lesions: pooled analysis from four randomized trials [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(11): 2 164-171.
- [5] Mintz GS, Nissen SE, Anderson WD, et al. American college of cardiology clinical expert consensus document on standards for acquisition, measurement and reporting of Intravascular Ultrasound Studies (IVUS). A report of the American college of cardiology task force on clinical expert consensus documents[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37 (5): 1 478-492.
- [6] Pundziute G, Schuijff JD, Jukema JW, et al. Evaluation of plaque characteristics in acute coronary syndromes: noninvasive assessment with multi-slice computed tomography and invasive evaluation with intravascular ultrasound radio-frequency data analysis[J]. *Eur Heart*, 2008, 29(19): 2 373-381.

(下转第 930 页)

(上接第 916 页)

- [7] Kitagawa T, Yamamoto H, Ohhashi N, et al. Comprehensive evaluation of noncalcified coronary plaque characteristics detected using 64-slice computed tomography in patients with proven or suspected coronary artery disease[J]. *Am Heart J*, 2007, 154(6): 1 191-198.
- [8] Li XM, Huang CX, Wang TS, et al. Comparison of coronary plaque composition among patients with acute coronary syndrome and stable coronary artery disease[J]. *Chin Med J(En91)*, 2008, 121(6): 534-539.
- [9] 杨霞, 盖鲁粤, 李萍, 等. 64 层双源螺旋 CT 与血管内超声对冠状动脉粥样硬化斑块性质的对比研究[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2009, 11(4): 263-265.
- [10] 叶红华, 金田秀昭, 齐藤滋, 等. 64 层 CT 与血管内超声对冠状动脉粥样硬化斑块的定性及定量评估的对照研究[J]. *中华心血管病杂志*, 2007, 35(7): 648-651.
- [11] 唐其东, 吴平生, 李瑜辉, 等. 急性冠状动脉综合征患者脂蛋白相关磷脂酶 A2 血浆水平及其临床意义[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2012, 20(9): 829-832.
- [12] Ando H, Amano T, Matsubara T, et al. Comparison of tissue characteristics between acute coronary syndrome and

stable angina pectoris. An integrated backscatter intravascular ultrasound analysis of culprit and non-culprit lesions[J]. *Circ J*, 2011, 75(2): 383-390.

- [13] Silbiger JJ, Stein R, Trost B, et al. Coronary angiographic findings and conventional coronary artery disease risk factors of Indo-Guyanese immigrants with stable angina pectoris and acute coronary syndromes[J]. *Ethn Dis*, 2012, 22(1): 12-14.
- [14] Beckman JA, Ganz J, Creager MA, et al. Relationship of clinical presentation and calcification of culprit coronary artery stenoses[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2001, 21(10): 1 618-622.
- [15] Virmani R, Burke AP, Kolodgie FD, et al. Pathology of the thin-cap fibroatheroma: a type of vulnerable plaques[J]. *Interventional Cardiology*, 2003, 16(3): 267-272.
- [16] Smits PC, Pasterkamp G, De JP, et al. Angioscopic complex lesions are predominantly compensatory enlarged: an angioscopy and intracoronary ultrasound study[J]. *Cardiovasc Res*, 1999, 41(2): 458-464.

(此文编辑 许雪梅)