

# 不同类型非钙化冠状动脉斑块对支架成形阻力的比较

周逸, 陈曼华, 熊才金, 杨 锴, 陈 刚, 杨飞燕

(武汉市中心医院内科, 湖北省武汉市 430014)

[关键词] 冠状动脉; 正性重构; 脂质; 支架; 体层摄影术; 螺旋计算机

[摘要] **目的** 回顾性分析冠状动脉支架术前行 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像的病例, 比较不同类型非钙化冠状动脉斑块在支架术中扩张的阻力。**方法** 选择 2007 年至 2012 年冠状动脉支架术前行冠状动脉 64 层螺旋 CT 检查的患者 116 例。依据冠状动脉血管重构系数将非钙化冠状动脉斑块分为正性重构组和非正性重构组。比较两组的临床特征、靶斑块内是否检测出脂质核心、预扩张球囊规格、预扩张球囊充盈压力、支架规格、支架释放压力。**结果** 正性重构组的高敏 C 反应蛋白水平较高。和非正性重构组比较, 脂质核心在正性重构组中检出更多。症状典型的病例中, 不稳定型心绞痛在正性重构组多见, 稳定型心绞痛在非正性重构组多见。两组预扩张的应用比例相似, 两组预扩张球囊规格和预扩张压力无差异。两组支架的规格无差异。正性重构组支架释放压力为  $1\ 121.64 \pm 213.68\ \text{kPa}$ , 低于非正性重构组的  $1\ 232.56 \pm 201.95\ \text{kPa}$  ( $P < 0.01$ )。**结论** 和非正性重构组相比, 正性重构组斑块内脂质核心更常见, 支架植入时对支架成形阻力较小。术前识别冠状动脉重构类型对能否选择支架直接植入有一定指导意义。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

## Comparison of the Dilation Resistance to Stenting Between Different Types of Non-calcified Coronary Plaques

ZHOU Yi, CHEN Man-Hua, XIONG Cai-Jin, YANG Kai, CHEN Gang, and YANG Fei-Yan

(Department of Cardiology, the Central Hospital of Wuhan, Wuhan, Hubei 430014, China)

[KEY WORDS] Coronary Artery; Positive Remodeling; Lipid; Stent; Tomography; Spiral Computer

[ABSTRACT] **Aim** To compare the dilation resistance during stents implantation between different types of non-calcified coronary plaques by retrospectively investigating patients who received 64-slice spiral computed tomography angiography before coronary stents implantation. **Methods** 116 patients who received 64-slice spiral computed tomography angiography before coronary stents implantation from 2007 to 2012 were selected. Non-calcified coronary plaques were divided into positive remodeling group and non-positive remodeling group based on remodeling index. Clinical features, lipid cores, pre-dilatation balloon size and filling pressure, and stent size and pressure were compared. **Results** High-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) levels were higher in positive remodeling group. The lipid cores were more commonly observed in positive remodeling group. In patients who have typical symptom, unstable angina was more common in positive remodeling group, and stable angina was more common in non-positive remodeling group. The proportion of administration of pre-dilatation was similar in two groups. The size and filling pressure of pre-dilation balloons were similar in two groups. The size of stents was similar in two groups. Stent release pressure in positive remodeling group was significantly lower than that observed in non-positive remodeling group ( $1\ 121.64 \pm 213.68\ \text{kPa}$  vs  $1\ 232.56 \pm 201.95\ \text{kPa}$ ,  $P < 0.01$ ). **Conclusions** Compared with non-positive remodeling group, the lipid cores were more common in positive remodeling group, therefore the dilation resistance was lower in positive remodeling group during stents expansion. Preoperative identification of lesion remodeling index was helpful for choosing direct stent implantation rightly.

[收稿日期] 2013-04-07

[基金项目] 武汉市卫生局临床医学科研项目(WX11C13)

[作者简介] 周逸, 硕士, 副主任医师, 研究方向为冠心病基础与临床, E-mail 为 zhouyitt@gmail.com。通讯作者陈曼华, 学士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向为心血管疾病发病机制及介入治疗, E-mail 为 coronary@aliyun.com。熊才金, 学士, 主任医师, 研究方向为冠心病临床及介入诊疗。

随着多层螺旋 CT (multislice spiral computed tomography, MSCT) 成像技术的迅速发展, MSCT 在冠心病诊断和冠状动脉支架术后评估的价值已经得到肯定<sup>[1,2]</sup>, 但 MSCT 在冠状动脉支架术前应用价值的研究较少。64 层螺旋 CT 不仅能在冠状动脉支架植入前评估血管腔的狭窄程度, 还能判断血管重构和检测斑块脂质核心<sup>[3]</sup>。经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 中, 不同类型的冠状动脉斑块在血管成形时对扩张的阻力是有差异的。我们的前期研究发现在 PCI 术中, 钙化斑块对扩张的阻力明显高于非钙化斑块<sup>[4]</sup>。不同血管重构系数的非钙化斑块在 PCI 术中对扩张的阻力是否有差异尚不清楚。本研究回顾性分析 PCI 术前行 64 层螺旋 CT 检查的非钙化病变, 拟观察正性重构病变和非正性重构病变在血管成形术中对扩张的阻力是否存在差异。

## 1 对象与方法

### 1.1 观察对象

回顾性分析本院 2007 年至 2012 年术前行 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像的 PCI 病例。入选条件: 单枚药物支架植入的 PCI 病例, PCI 术前 1 个月以内曾行冠状动脉 64 层螺旋 CT 检查。排除条件: 64 层螺旋 CT 成像质量不佳病例; PCI 术靶部位斑块含钙化灶的病例; 急性心肌梗死病例; 左主干病变; 完全闭塞性冠状动脉病变; 迂曲病变; 使用了球囊对吻技术的分叉病变; 支架直径 < 3 mm 的病例; 斑块两端参照血管直径差异较大的病变; 支架直径选择偏大以较低压力释放或支架直径选择偏小以较高压力释放的病例; 存在感染病灶或有肿瘤的病例。观察低密度脂蛋白、甘油三酯、高敏 C 反应蛋白 (high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、尿酸指标, 血标本采集于 PCI 术前 72 h 内。符合要求的患者 116 例, 其中男性 78 例, 女性 38 例。

### 1.2 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像

采用 Toshiba Aquillion 64 层螺旋 CT 扫描机。对心率高于 75 次/分的病例口服美托洛尔控制心率。使用回顾性心电门控螺旋扫描, 应用 Nemoto 双筒高压注射器经右肘静脉以 5.0 mL/s 流率注射碘海醇 (350 gI/L) 50 ~ 60 mL, 再注射生理盐水 40 mL。使用 Surestart 智能触发 (触发阈值为 140 ~ 150 Hu, 兴趣区置于主动脉根部) 进行吸屏气扫描。从气管分叉扫描到肝脏上缘。参数: 探测器 0.5 × 64

排, Pitch 值 13.2, 有效层厚 0.3 mm, 管电压 135 kV, 管电流 350 ~ 440 mA, 扫描时间 6.5 ~ 8.0 s, 采集矩阵 512 × 512。

### 1.3 64 层螺旋 CT 血管狭窄分析

64 层螺旋 CT 扫描后行回顾性重组, 以 75% R-R 时相进行重组, 部分右冠状动脉选择 38% R-R 时相, 若图像质量仍不佳, 再选取个体化的 R-R 时相进行重组。在 Vitrea 2 工作站行后处理, 主要方法有: 容积重组 (volume rendering, VR)、曲面重组 (curved planar reformation, CPR)。

### 1.4 64 层螺旋 CT 图像冠状动脉血管重构及斑块脂质检测

于 PCI 术后, 在 2012 年集中对相应病例进行冠状动脉血管重构及斑块脂质检测 (针对 PCI 术的靶部位)。将原始数据导入北京 Crealife 公司的 Gvcm 工作站。参照 Motoyama<sup>[5]</sup>的方法, 选择充分展示斑块的 CPR 图, 垂直血管长轴测量血管外径。血管重构系数 = 斑块处血管外径 / 参照血管外径 × 100%。参照血管外径为斑块两端正常血管外径的平均值。重构系数 ≥ 110% 为正性重构, 重构系数 < 110% 为非正性重构。参照 Motoyama<sup>[5]</sup>的方法, 在充分展示斑块主体的二维切面上进行连续分析, 依据 CT 值检测斑块内低密度区, 即脂质核心。CT 值 -100 ~ 30 Hu 为脂质, CT 值 31 ~ 149 Hu 为纤维成分, CT 值 150 Hu 以上为管腔内。以 CT 值 20 Hu 自动检出血管外边界。脂质核心定义为位于斑块内部、且相对独立的脂质区域<sup>[5]</sup>。

### 1.5 PCI 术操作

术者在 PCI 术前可查阅患者 64 层螺旋 CT 血管狭窄分析, 但术前不提供冠状动脉血管重构及斑块脂质检测结果。术者依据对选择性冠状动脉造影 (selective coronary angiography, SCA) 的经验选择支架植入前是否进行球囊预扩张。PCI 术记录: 预扩张球囊直径、长度及预扩张球囊充盈压力; 支架直径、长度及支架释放压力。如支架释放后用非顺应性球囊后扩张, 则将后扩张压力记录为支架释放压力。

### 1.6 研究分组

依据 2012 年进行的冠状动脉血管重构分析结果, 将病例分成正性重构组和非正性重构组。

### 1.7 统计学分析

应用 SPSS 11.5 统计软件进行数据分析, 计数资料进行  $\chi^2$  检验, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 两组间均数比较采用  $t$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组临床特征比较

正性重构组 43 例,非正性重构组 73 例。比较两组患者的年龄、性别构成、体质指数、高敏 C 反应蛋白、低密度脂蛋白、甘油三酯、尿酸、吸烟、合并高血压病及糖尿病的比例。正性重构组高敏 C 反应蛋白水平明显高于非正性重构组 ( $P < 0.01$ ),其余项目两组间均未见差异 ( $P > 0.05$ ;表 1)。症状不典型的病例在正性重构组和非正性重构组中分别占 27.9% (12 例)和 23.3% (17 例),两组比例相似 ( $P > 0.05$ )。对症状典型的病例进行分析,正性重构组中不稳定型心绞痛 (unstable angina pectoris, UAP)、稳定型心绞痛 (stable angina pectoris, SAP) 分别有 20 例、11 例,非正性重构组中不稳定型心绞痛、稳定型心绞痛分别有 19 例、37 例。不稳定型心绞痛在正性重构组中较多,而稳定型心绞痛在非正性重构组中较多 ( $P < 0.01$ )。

2.2 两组脂质核心检测

正性重构组有 72.1% 的病例 (31 例)检测出脂

质核心,非正性重构组仅有 24.7% (18 例)检测出脂质核心,差异显著 ( $P < 0.01$ )。正性重构组 1 例前降支病变重构系数为 127%,经 MSCT 检测出脂质核心 (图 1)。非正性重构组 1 例前降支病变重构系数为 100%,经 MSCT 未检测出脂质核心 (图 2)。

表 1. 两组临床特征比较

Table 1. Comparison of clinical characters of two groups

项 目	正性重构组 (n = 43)	非正性重构组 (n = 73)
年龄 (岁)	57.23 ± 7.29	58.73 ± 7.62
男性 (例)	30	48
体质指数 (kg/m <sup>2</sup> )	26.42 ± 3.15	25.80 ± 3.39
高敏 C 反应蛋白 (g/L)	7.42 ± 5.63 <sup>a</sup>	4.65 ± 3.45
低密度脂蛋白 (mmol/L)	3.06 ± 0.73	2.89 ± 0.77
甘油三酯 (mmol/L)	2.07 ± 0.42	2.03 ± 0.51
尿酸 (μmol/L)	379.51 ± 85.12	352.71 ± 90.63
吸烟 (例)	26	41
合并高血压 (例)	31	56
合并糖尿病 (例)	15	22

a 为  $P < 0.01$ ,与非正性重构组比较。

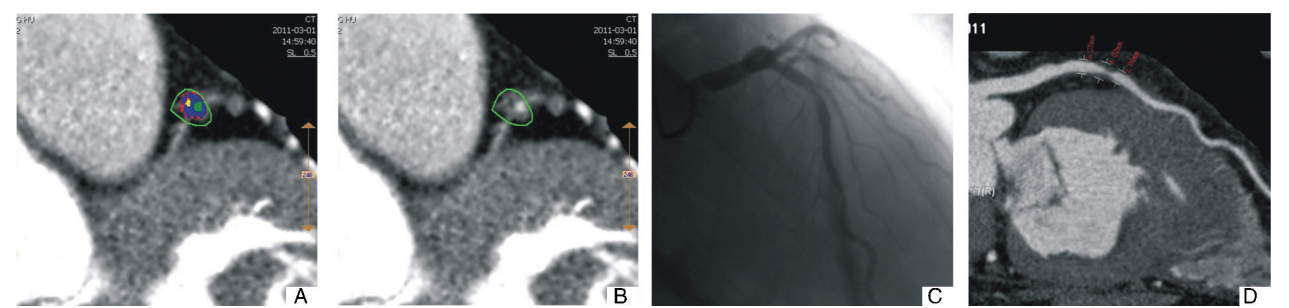


图 1. 正性重构组 1 例前降支病变 MSCT 及 SCA 图像 A 为 MSCT 切面图像,黄色为 CT 值 20 Hu 以下的脂质,红色为 CT 值 20 Hu 以上的脂质,蓝色为纤维成分,绿色为冠状动脉腔内;B 为 MSCT 切面原始图像;C 为 SCA 影像;D 为 CPR 图。

Figure 1. Images of MSCT and SCA of a lesion in left anterior descending in the positive remodeling group

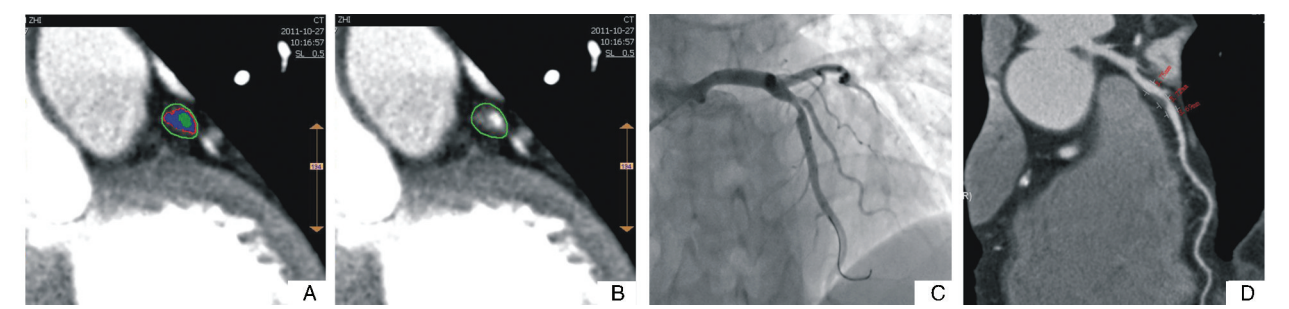


图 2. 非正性重构组 1 例前降支病变 MSCT 及 SCA 图像 A 为 MSCT 切面图像,红色为 CT 值 20 Hu 以上的脂质,蓝色为纤维成分,绿色为冠状动脉腔内;B 为 MSCT 切面原始图像;C 为 SCA 影像;D 为 CPR 图。

Figure 2. Images of MSCT and SCA of a lesion in left anterior descending in the non-positive remodeling group

2.3 靶部位斑块分布

正性重构组 43 例,其中冠状动脉左前降支 25

处,回旋支 3 处,右冠状动脉 15 处。非正性重构组 73 例,其中冠状动脉左前降支 48 处,回旋支 8 处,



右冠状动脉 17 处。两组斑块分布未见差异 ( $P > 0.05$ )。

### 2.4 两组球囊预扩张比较

术者在术前不知晓冠状动脉血管重构及斑块脂质检测结果,仅依据对 SCA 的经验选择支架植入前是否进行球囊预扩张。正性重构组 43 例中有 26 例使用了预扩张,非正性重构组 73 例中有 48 例使用了预扩张,两组预扩张的应用比例未见差异 ( $P > 0.05$ )。两组预扩张球囊直径、长度和预扩张球囊充盈压力均未见差异 ( $P > 0.05$ ;表 2)。

表 2. 两组预扩张球囊直径、长度和预扩张球囊充盈压力比较

Table 2. Comparison of the size and filling pressure of pre-dilation balloons in two groups

项 目	正性重构组 ( <i>n</i> = 26)	非正性重构组 ( <i>n</i> = 48)
预扩张球囊直径 (mm)	2.46 ± 0.28	2.40 ± 0.27
预扩张球囊长度 (mm)	18.46 ± 2.35	18.33 ± 2.38
预扩张球囊充盈压力 (kPa)	1 005.46 ± 121.33	1 021.70 ± 144.56

### 2.5 两组植入支架比较

两组支架直径、长度无明显差异 ( $P > 0.05$ ),正性重构组支架释放压力明显低于非正性重构组 ( $P < 0.01$ ;表 3)。

表 3. 两组支架直径、长度和支架释放压力比较

Table 3. Comparison of the size and release pressure of stents in two groups

项 目	正性重构组 ( <i>n</i> = 43)	非正性重构组 ( <i>n</i> = 73)
支架直径 (mm)	3.29 ± 0.37	3.34 ± 0.35
支架长度 (mm)	23.09 ± 5.85	22.29 ± 4.42
支架释放压力 (kPa)	1 121.64 ± 213.68 <sup>a</sup>	1 232.56 ± 201.95

a 为  $P < 0.01$ ,与非正性重构组比较。

## 3 讨 论

1987 年 Glagov 首次报道了冠状动脉正性重构现象,在冠状动脉粥样硬化的早期阶段冠状动脉正性重构能相对延缓管腔狭窄的进展<sup>[6]</sup>。随后冠状动脉血管腔内超声 (intravascular ultrasound, IVUS) 的研究发现冠状动脉正性重构与斑块易损性有关<sup>[7,8]</sup>。SCA 虽然是评价冠状动脉管腔内狭窄的“金标准”,但它无法评估血管重构。IVUS 虽然是评价冠状动脉血管重构的经典方法,但是 IVUS 属

于侵入性检查,且费用昂贵,因此临床应用受到限制。MSCT 作为一项非侵入性的检查成为了评价冠状动脉血管重构的新手段。近年的一些研究证实 MSCT 也能有效检测冠状动脉重构系数<sup>[3]</sup>。钙化斑块对支架扩张的阻力高于非钙化斑块,因此本研究将非钙化病变进一步按重构系数进行分组比较。

大量研究报道 hs-CRP 与冠状动脉粥样硬化疾病的发生有关,目前 hs-CRP 被认为是与动脉粥样硬化关系最密切的炎症标志物之一。血清 hs-CRP 的水平可以预测冠心病的死亡风险,hs-CRP 持续增高可作为病情进展的一项敏感指标,而 hs-CRP 持续的低水平提示患者处于相对稳定的状态<sup>[9]</sup>。hs-CRP 水平的高低可反映冠状动脉病变炎症反应的强弱,一些随访研究证实高敏 C 反应蛋白水平较高的冠心病患者远期发生急性冠状动脉事件的风险会相对较高<sup>[10,11]</sup>。Motoyama<sup>[5]</sup> 观察了 71 例 PCI 术前行冠状动脉 MSCT 检查的患者,其中 38 例为急性冠状动脉综合征 (acute coronary syndrome, ACS),33 例为 SAP;ACS 组 87% 的病例有正性重构,而 SAP 组正性重构病例仅占 12%,正性重构预测 ACS 的敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别达到 87%、88%、89% 和 85%。分析本研究中症状典型的病例,不稳定型心绞痛在正性重构组较多,这与 Motoyama 的报道<sup>[5]</sup> 一致。正性重构预示斑块易损性较高,因此本研究中正性重构组的高敏 C 反应蛋白水平高于非正性重构组。

在我们的研究方案中,PCI 术者术前不知道病变的重构系数,仅依据自己对 SCA 的经验选择是否进行预扩张,因此正性重构组和非正性重构组应用预扩张的比例相似。正性重构组支架释放压力明显低于非正性重构组,说明正性重构病变对支架扩张的阻力较小,相对较软。本研究中正性重构组脂质核心检出率为 72.1%,明显高于非正性重构组的 24.7%。脂质核心较软,因此正性重构病变对支架扩张的阻力较小。

在 PCI 术中,术者有时会在支架置入前选用预扩张球囊对靶病变进行预扩张,以避免支架在冠状动脉病变处输送困难或支架成形不良。是否进行预扩张通常是依据 SCA 显示的靶病变残余管腔大小。残余管腔很小以至于限制支架通过时,术者都会进行预扩张。靶病变残余管腔不一定阻碍支架通过时,是否进行预扩张在不同术者可能有不同答案。如果是较软的正性重构病变,进行预扩张可能是不必要的,可以选择支架直接植入。支架直接植入可以合理减少患者不必要的花费,减少辐射量,简化手术步骤,缩短手

术时间<sup>[12]</sup>。非正性重构病变较正性重构病变硬度相对较高,支架直接植入可能会出现支架局部扩张不充分。为解决支架局部扩张不良,术者可能会直接对支架球囊施以更高的压力再次进行扩张。支架球囊为顺应性球囊,施以过高压力可能引起支架两端过度扩张、内膜撕裂,增加医源性冠状动脉夹层风险。支架扩张不充分和支架过度扩张都会增加再狭窄的可能性<sup>[13]</sup>,因此常规对非正性重构病变进行充分的预扩张可能是必要的。

本研究显示,正性重构组支架释放压力明显低于非正性重构组,说明正性重构病变相对较软,非正性重构相对较硬。在残余管腔不一定限制支架通过时,对正性重构病变可合理采用支架直接植入,而对非正性重构病变可能需要常规给予预扩张。

#### [参考文献]

- [1] 杨军,袁鹏,超张峰,等. CTA 在不同冠心病亚组中的诊断价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2012, 4(4): 341-343.
- [2] 余波,周逸,陈曼华,等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉支架成像效果的影响因素[J]. 中国动脉硬化杂志, 2010, 18(11): 893-896.
- [3] Kitagawa T, Yamamoto H, Horiguchi J, et al. Characterization of noncalcified coronary plaques and identification of culprit lesions in patients with acute coronary syndrome by 64-slice computed tomography[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2009, 2(2): 153-160.
- [4] 周逸,陈曼华,王翔,等. 不同类型冠状动脉斑块支架植入术的比较[J]. 中国动脉硬化杂志, 2010, 18(4): 315-318.
- [5] 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.
- [6] Glagov S, Weisenberg E, Zarins CK, et al. Compensatory enlargement of human atherosclerotic coronary arteries[J]. N Engl J Med, 1987, 316(22): 1 371-375.
- [7] 杨然,王显. 急性冠状动脉综合征易损斑块的发病机理与早期检测[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2012, 4(3): 284-286.
- [8] Varnava AM, Mills PG, Davies MJ. Relationship between coronary artery remodeling and plaque vulnerability[J]. Circulation, 2002, 105(8): 939-943.
- [9] Koenig W, Khuseynova N, Baumert J, et al. Prospective study of high-sensitivity C-reactive protein as a determinant of mortality: results from the MONICA/KORA Augsburg Cohort Study 1984-1998[J]. Clin Chem, 2008, 54(2): 335-342.
- [10] Koç M, Sahin DY, Uysal OK, et al. Usefulness of high-sensitivity CRP increases during circadian rhythm for prediction of long-term cardiovascular events in patients with stable coronary artery disease[J]. Turk Kardiyol Dern Ars, 2011, 39(7): 568-575.
- [11] Haim M, Benderly M, Tanne D, et al. C-reactive protein, bezafibrate, and recurrent coronary events in patients with chronic coronary heart disease[J]. Am Heart J, 2007, 154(6): 1 095-101.
- [12] Balducelli M, Varani E, Vecchi G, et al. Direct coronary stenting versus stenting with balloon pre-dilation: incidence of enzyme release and follow-up results of a multicentre, prospective, randomized study—The CK and Troponin I Estimation in Direct Stenting (CK TEST) Trial[J]. Minerva Cardioangiol, 2007, 55(3): 281-289.
- [13] Schofer J, Schlüter M. Coronary restenosis after implantation of drug-eluting stents[J]. Minerva Cardioangiol, 2005, 53(1): 43-48.

(此文编辑 曾学清)