

国产药物洗脱支架治疗急性冠状动脉综合征 轻中度钙化病变的安全性和有效性

洪李锋¹, 罗松辉¹, 项金洲¹, 黄超¹, 胡家顺¹, 胡良焱¹, 范莹¹, 盛蕾¹, 任萌¹, 李建军²

(1. 武汉市第五医院心内科 江汉大学心血管研究所, 湖北省武汉市 430050;
2. 国家心血管病中心 中国医学科学院阜外心血管病医院, 北京市 100037)

[关键词] 药物洗脱支架; 急性冠状动脉综合征; 再狭窄; 晚期管腔丢失; 血栓形成

[摘要] **目的** 探讨国产药物洗脱支架(CM-DES)对急性冠状动脉综合征患者冠状动脉钙化病变的安全性和有效性。**方法** 连续入选自2006年6月至2012年6月在我院诊断为急性冠状动脉综合征并行冠状动脉介入治疗的患者320例,缺血相关病变434处,按缺血相关动脉钙化与否分为钙化病变组($n=167$)和非钙化病变组($n=267$)。通过定量冠状动脉造影术比较两组患者介入手术即刻及术后6~12个月的疗效及并发症。**结果** 两组患者基线情况包括临床特征、冠状动脉病变特征等无明显差别。两组患者支架内再狭窄(3.9%比4.3%, $P=0.079$)、节段内再狭窄(8.9%比10.7%, $P=0.449$)、靶病变血运重建率(5.1%比6.7%, $P=0.401$)、晚期管腔丢失(0.18 ± 0.42 mm比 0.19 ± 0.43 mm, $P>0.05$)及总体血栓形成发生率(1.7%比1.4%, $P>0.05$)均无显著差别。**结论** 冠状动脉钙化增加介入治疗难度,但并不增加不良事件发生率,提示CM-DES用于急性冠状动脉综合征患者钙化病变安全有效。

[中图分类号] R5 [文献标识码] A

The Safety and Efficacy of China-made Drug Eluting Stent Implantation for the Application in Mild-to-modest Calcified Lesions of Acute Coronary Syndrome

HONG Li-Feng¹, LUO Song-Hui¹, XIANG Jin-Zhou¹, HUANG Chao¹, HU Jia-Shun¹, HU Liang-Yan¹, FAN Ying¹, SHENG Lei¹, REN Meng¹, and LI Jian-Jun²

(1. Division of Cardiology, the Fifth Hospital of Wuhan & Institute of Cardiovascular Sciences of Jiangnan University, Wuhan, Hubei 430050, China; 2. National Cardiovascular Disease Center & Fuwai Cardiovascular Disease Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China)

[KEY WORDS] Drug-eluting Stent; Acute Coronary Syndrome; Restenosis; Late Lumen Loss; Thrombosis

[ABSTRACT] **Aim** To retrospectively assess the effectiveness and safety of China-made drug eluting stent (CM-DES) implantation for the treatment of mild-to-modest calcified lesions in patients with acute coronary syndrome (ACS). **Methods** Three hundred and twenty consecutive patients of ACS with 434 ischemia related lesions were implanted with CM-DES and received 6~12 months angiographic follow-up. The patients were divided into two groups according to whether the calcification exists or not: non-calcification groups ($n=267$) and calcification group ($n=167$). Lesions treated with CM-DES were subjected to quantitative coronary angiography (QCA) at immediately and 6~12 months following stenting. **Results** Baseline clinical, demographic or angiographic characteristics were well comparable between the two groups. At follow-up, no differences were found between the two groups regarding in-stent restenosis (ISR) and in-segment restenosis rate (ISRR) (ISR: 3.9% vs. 4.3%; $P=0.079$; ISRR: 8.9% vs. 10.7%, $P=0.449$). The similar result was also observed concerning the target lesion revascularization (5.1% vs. 6.7%; $P=0.401$). Besides, no difference about in-stent late loss (ISLL) and overall thrombosis rate (TR) was detected in both groups (ISLL: $0.18\pm$

[收稿日期] 2013-11-12
[基金项目] 中国高校博士点基金(20111106110013);首都临床特色应用研究(Z121107001012015)
[作者简介] 洪李锋,博士研究生,主治医师,主要研究方向为冠心病的基础与临床,E-mail 为 leefenghong@gmail.com。罗松辉,副主任医师,主要研究方向为介入心脏病学,E-mail 为 luosonghui@126.com。通讯作者李建军,教授,主任医师,博士生导师,主要研究方向为炎症与动脉粥样硬化型心血管疾病,E-mail 为 lijnjin@yahoo.com.cn。

0.42 mm *vs.* 0.19 ± 0.43 mm; TR: 1.7% *vs.* 1.4%, $P > 0.05$ respectively). **Conclusion** Our results indicated that implantation of CM-DES for patient of ACS with mild-to-moderate calcified lesions was effective and conferred to similar outcomes compared with non-calcified coronary arteries without additional increase in major adverse cardiac events.

随着我国向老年化社会的不断迈进,钙化病变在急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者中越来越常见。众多研究表明,钙化病变不仅降低经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)操作的成功率,而且显著增加急性闭塞等手术并发症及支架内再狭窄等心血管事件的发生率^[1-3]。虽然冠状动脉内旋磨、旋切技术显著提高钙化病变支架植入的操作成功率及即刻手术效果,但并不能减低远期再狭窄发生率^[4]。药物洗脱支架(drug eluting stent, DES)的问世无疑对冠心病的介入治疗产生了革命化的影响,它不仅进一步降低了球囊扩张及金属裸支架植入的并发症,而且显著减少了再狭窄发生率^[5,6]。尽管国内外研究一致表明 DES 植入被证明可以有效治疗冠状动脉夹层、防治支架内再狭窄,但国产药物洗脱支架(China-made DES, CM-DES)在 ACS 患者钙化病变中应用的安全性和有效性尚不清楚^[7]。本研究回顾性分析了 CM-DES 植入治疗 ACS 患者轻中度钙化病变的安全性和有效性。

1 对象和方法

1.1 研究对象

连续入选我院自 2006 年 6 月至 2012 年 6 月诊断为 ACS 的 18 岁以上并行 PCI 的患者。入选标准:①1 个月以内发生的不稳定性心绞痛或静息性心绞痛或恶化劳力性心绞痛;②12 ~ 24 h 以内发生的急性 ST 段抬高型心肌梗死及 2 周内发生的急性非 ST 段抬高型心肌梗死;③靶病变血管直径 ≥ 2.5 mm;④患者签署知情同意书并植入 CM-DES 者。排除标准:①冠状动脉病变重度钙化;②病变血管近端严重扭曲、成角;③左主干病变;④慢性完全闭塞病变;⑤合并室间隔穿孔、乳头肌断裂、心脏穿孔等机械并发症或(和)心源性休克、急性左心衰等血流动力学不稳定;⑥无法签署知情同意书;⑦PCI 术中植入进口 DES 者。入选 ACS 并行 PCI 的轻中度钙化病变患者 320 例,年龄 55.0 ± 10.5 岁,其中急性 ST 段抬高型心肌梗死 96 例,急性非 ST 段抬高型心肌梗死 80 例,不稳定型心绞痛 144 例。缺血相关病变共计 434 处,依据缺血相关动脉钙化与否分为钙化病变组($n = 167$)和非钙化病变组($n = 267$)。冠

状动脉病变钙化程度经冠状动脉造影或(和)血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)定义:点状钙化及长度 ≤ 20 mm 的节段性钙化定义为轻中度钙化;长度 > 20 mm 的弥漫性、条索状全层冠状动脉钙化定义为重度钙化。

1.2 PCI 及围术期处理

术前常规给予阿司匹林、氯吡格雷双联抗血小板治疗。应用 QCA 法评判冠状动脉狭窄严重程度,对冠状动脉管腔狭窄直径 ≥ 70% 或(和)伴显著不稳定性斑块如夹层形成或伴血栓形成的靶病变,选择性进行 PCI。放置动脉鞘管后即静脉注射普通肝素 75 ~ 100 U/kg,之后每小时追加肝素 1000 U,维持 ACT 在 250 ~ 350 s。DES 植入的过程定义为自指引导管插入冠状动脉至支架植入后的最后造影投照;冠状动脉病变特征及其所用支架类型、直径、长度、释放压力、IVUS 使用情况等术中经过均详细记录,并作对比评价。本研究中所用 DES 均为国产药物洗脱支架,主要包括 Partner™、Firebird™ 及 Excel™ 等类型。PCI 手术成功标准定义为靶病变处残余狭窄 < 30%,TIMI 血流达 2 ~ 3 级,无紧急冠状动脉旁路搭桥术及死亡等严重并发症;PCI 临床成功标准定义为冠状动脉造影显示支架置入成功而住院期间无支架内血栓形成、急性心肌梗死、靶血管再次血运重建、死亡等严重的并发症发生。术后根据术中情况决定是否予以 3 ~ 5 天低分子肝素皮下注射;氯吡格雷片 75 ~ 150 mg,1 次/天,连续服用 12 月;肠溶阿司匹林片 0.1 g,1 次/天,长期服用;他汀类药物无禁忌长期使用。根据血压、血糖及伴随疾病状况决定是否合用其它药物。

1.3 冠状动脉造影定量分析

应用 GE INNOVA 2100 全数字平板式造影机于 CM-DES 植入全程、术后即刻及术后 6 ~ 12 个月随访期对 320 例符合入选标准并签署知情同意书的患者行冠状动脉造影,经多体位投照,由两名具有冠心病介入诊疗资质的专科医师阅片并进行冠状动脉造影定量分析:①支架内及节段内分析:支架内即 CM-DES 所覆盖的血管节段,节段内指 CM-DES 所覆盖的血管节段及其近、远端各 5 mm 内的区域;②测定每一节段内最小管腔直径(minimal lumen diameter, MLD)、支架内再狭窄(in-stent restenosis, ISR)与否。ISR 分类依据修订的 Mehran 分类法进

行,定义为靶病变管腔狭窄 $\geq 50\%$;支架内及节段内晚期管腔丢失(late lumen loss,LLL)定义为术后最小管腔直径减去随访期最大管腔直径。

1.4 随访

患者出院 6~12 个月后,由一位医师负责执行体格检查、超声心动图,运动平板试验或核素心肌灌注显像。主要不良心脏事件(major adverse cardiac events,MACE)定义为死亡、心肌梗死、靶病变血运重建(target lesion revascularization,TLR)或(和)支架内血栓形成。

1.5 统计学方法

计数资料以百分数或(和)绝对数表示,计数资料的比较用 χ^2 检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计量资料的比较用非配对 t 检验或方差分析;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者基线特征比较

两组患者临床特征及靶血管病变特征比较均无显著性差异(表 1 和 2)。

表 1. 两组患者一般情况比较

Table 1. Comparison of general situation in the two groups

项 目	非钙化病变组 (<i>n</i> = 191)	钙化病变组 (<i>n</i> = 129)	<i>P</i> 值
年龄(岁)	53.6 ± 10.1	58.1 ± 11.1	0.001
男性(例)	162(84.8%)	109(85.1%)	0.623
吸烟(例)	72(37.7%)	49(37.8%)	1.001
糖尿病(例)	38(19.8%)	27(21.3%)	0.412
高血压(例)	104(54.6%)	74(57.7%)	0.059
血脂异常(例)	67(35.2%)	49(38.3%)	0.547
冠心病家族史(例)	12(6.2%)	5(4.0%)	0.293
心肌梗死病史(例)	49(25.8%)	33(25.2%)	0.482
既往 PCI 史(例)	38(20.1%)	24(18.7%)	0.467
既往 CABG 史(例)	4(2.2%)	4(3.2%)	0.329
STE-ACS(例)	59(30.9%)	37(28.7%)	0.498
NSTE-ACS(例)	132(69.1%)	92(71.3%)	0.539

2.2 两组患者手术情况

两组患者植入支架直径有差异(3.31 ± 0.38 mm 比 2.69 ± 1.47 mm, $P = 0.029$),其他 PCI 手术情况包括植入支架长度、支架/病变长度比值等均无显著差别($P > 0.05$)。两组患者均无急性闭塞并发症发生;钙化病变组和非钙化病变组平均参考血管管腔直径分别为 2.93 mm 和 3.01 mm,但两组患

表 2. 两组患者冠状动脉病变特征比较

Table 2. Comparison of characteristics of coronary artery disease in the two groups

项 目	非钙化病变组 (<i>n</i> = 267)	钙化病变组 (<i>n</i> = 167)	<i>P</i> 值
靶病变分布(例)			0.079
LAD	174(65.1%)	108(64.9%)	
LCX	46(17.1%)	29(17.4%)	
RCA	47(17.8%)	30(17.7%)	
TIMI 血流(例)			0.451
TIMI 3	186(69.6%)	117(70.1%)	
TIMI 2	14(5.2%)	10(5.8%)	
TIMI 1	6(2.3%)	3(2.0%)	
TIMI 0	61(22.9%)	37(22.1%)	
病变类型(例)			0.060
A	106(39.8%)	67(40.4%)	
B1	122(45.7%)	76(45.8%)	
B2	29(11.1%)	16(9.4%)	
C	10(3.4%)	8(4.4%)	
闭塞情况(例)			0.222
非完全闭塞	207(77.6%)	130(78.0%)	
完全闭塞 < 12 h	34(12.8%)	21(12.3%)	
完全闭塞 > 12 h	26(9.6%)	16(9.7%)	
开口病变(例)	32(12.1%)	22(13.2%)	0.513
侧枝循环 > 2 mm(例)	67(25.2%)	47(28.4%)	0.345
病变特征(例)			0.058
原发	235(88.1%)	153(91.5%)	
支架内再狭窄	32(11.9%)	14(8.5%)	
偏心病变(例)	218(81.5%)	139(83.7%)	0.093
成角病变(例)	43(16.2%)	32(19.2%)	0.081
不规则病变(例)	136(51.0%)	103(61.6%)	0.061
参考血管直径(mm)	2.93 ± 0.39	3.01 ± 0.40	0.171
病变长度(mm)	21.1 ± 10.9	21.2 ± 12.1	0.168
病变狭窄程度	72.3% ± 14.9%	71.3% ± 15.0%	1.065
最小管腔直径(mm)	0.84 ± 0.45	0.85 ± 0.43	0.900

者即刻管腔获得并无显著差异。此外,钙化病变组非顺应性球囊后扩张实施率明显高于非钙化病变组(41.9% 比 30.2%, $P < 0.01$),但两组患者支架释放最大压力、夹层发生率均无显著性差异($P > 0.05$;表 3)。

2.3 两组患者冠状动脉造影定量分析

PCI 术后 6~12 个月随访时,冠状动脉造影定量分析两组患者支架内再狭窄、节段内再狭窄、靶病变血运重建发生率、晚期管腔丢失及总体血栓形成发生率均无显著性差别。两组患者 PCI 围术期内并发症及 6~12 个月随访期内 MACE 发生率均无显著性差异($P > 0.05$;表 4)。

表 3. 两组患者手术经过及结果比较

Table 3. Comparison of operation process and results in the two groups

项 目	非钙化病变组 (<i>n</i> = 267)	钙化病变组 (<i>n</i> = 167)	<i>P</i> 值
桡动脉径路(例)	163(60. 9%)	99(59. 1%)	0. 430
支架类型(例)			0. 101
Firebird™	113(40. 2%)	75(43. 5%)	
Partner™	107(38. 1%)	63(36. 8%)	
其他	61(21. 7%)	34(19. 7%)	
直接支架术(例)	86(32. 2%)	51(30. 3%)	0. 549
支架直径(mm)	3. 31 ± 0. 38	2. 69 ± 1. 47	0. 029
支架长度(mm)	26. 9 ± 10. 2	26. 3 ± 11. 0	0. 153
最大支架释放压(atm)	14. 3 ± 4. 2	14. 3 ± 3. 9	0. 570
支架内狭窄	13. 9% ± 4. 4%	17. 3% ± 5. 2%	0. 016
节段内狭窄	22. 1% ± 10. 2%	24. 5% ± 9. 7%	0. 035
支架/病变长度比值	1. 45 ± 0. 73	1. 44 ± 0. 69	0. 591
支架内最小管腔直径(mm)	2. 63 ± 0. 67	2. 63 ± 0. 61	0. 627
节段内最小管腔直径(mm)	2. 35 ± 0. 41	2. 37 ± 0. 40	0. 118
即刻支架内管腔获得(mm)	1. 80 ± 0. 51	1. 79 ± 0. 52	0. 601
即刻节段内管腔获得(mm)	1. 43 ± 0. 89	1. 42 ± 1. 01	0. 149
术后 TIMI 3 血流(例)	262(98. 5%)	165(99. 0%)	0. 417
夹层(例)	5(1. 8%)	5(2. 9%)	0. 193
院内靶病变血运重建(例)	3(1. 2%)	2(0. 9%)	0. 920
亚急性血栓形成(例)	2(0. 8%)	0(0%)	0. 281

表 4. 两组患者冠状动脉造影定量分析结果比较

Table 4. Comparison of quantitative coronary angiography results in the two groups

项 目	非钙化病变组 (<i>n</i> = 267)	钙化病变组 (<i>n</i> = 167)	<i>P</i> 值
支架内最小管腔直径(mm)	2. 43 ± 0. 51	2. 44 ± 0. 52	0. 439
节段内最小管腔直径(mm)	2. 23 ± 0. 54	2. 19 ± 0. 59	0. 183
支架内晚期丢失(mm)	0. 19 ± 0. 42	0. 20 ± 0. 43	0. 801
节段内晚期丢失(mm)	0. 18 ± 0. 42	0. 19 ± 0. 43	0. 815
支架内丢失指数	0. 12 ± 0. 26	0. 13 ± 0. 40	0. 493
节段内丢失指数	0. 15 ± 0. 38	0. 16 ± 0. 47	0. 259
支架内狭窄	20. 9% ± 13. 8%	22. 0% ± 14. 1%	0. 548
节段内狭窄	28. 9% ± 14. 8%	29. 9% ± 15. 7%	0. 091
支架内再狭窄(例)	10(3. 9%)	7(4. 3%)	0. 078
支架边缘再狭窄(例)	13(5. 0%)	11(6. 4%)	0. 536
节段内再狭窄(例)	23(8. 9%)	18(10. 7%)	0. 449
靶病变血运重建(例)	14(5. 1%)	11(6. 7%)	0. 401
晚发血栓形成(例)	2(0. 9%)	2(1. 4%)	0. 382

3 讨 论

冠状动脉钙化增加 PCI 难度,特别是 ACS 患者合并靶血管钙化病变则临床处理更为棘手。研究表明,钙化病变不仅使得支架植入后即刻获得的管腔直径受限、PCI 治疗的成功率降低,而且容易导致冠状动脉夹层、穿孔及支架贴壁不良、断裂、血栓形成、再狭窄等严重并发症^[8-10]。尽管药物洗脱支架植入被证明可以有效治疗冠状动脉夹层、降低支架

内再狭窄发生率,但在 ACS 患者钙化病变中应用的安全性和有效性尚不清楚。本研究结果显示,CM-DES 植入治疗 ACS 患者钙化病变与非钙化病变的安全性和有效性并无显著性差异,与既往研究的长期随访结果相似且再狭窄率稍低^[11,12]。

严重钙化病变对支架充分扩张的负面影响毋庸置疑。钙化病变植入 DES 后其对再狭窄等潜在影响及具体机制尚不完全清楚^[13,14]。本研究中两组患者的其它已知的支架内再狭窄预测因子包括再狭窄病变、狭窄程度、病变长度、糖尿病患病率和冠心病危险因素暴露率等无明显差异。在 6 ~ 12 个月随访期内,冠状动脉造影定量分析两组患者支架内再狭窄发生率、节段内再狭窄发生率、靶病变血运重建发生率及总体血栓形成发生率均无显著差异。介入医师基于钙化病变植入过大直径支架后可能引发支架膨胀不全或扩张受限的顾虑,钙化病变组植入支架直径低于非钙化病变组,但钙化病变组支架植入后支架内狭窄直径、节段内狭窄直径高于非钙化组,而且两组患者支架内晚期丢失相似,也即 CM-DES 植入治疗 ACS 合并冠状动脉钙化病变与非钙化病变的近期临床效果相当。

PCI 治疗冠状动脉钙化病变的主要并发症是球囊扩张或支架植入术后出现于钙化斑块边缘的夹层,这些夹层最终会导致再狭窄的发生^[10,15]。有关研究推测,钙化病变之所以支架内再狭窄发生率高可能与钙化病变内支架推送到位困难、支架膨胀不全、贴壁不良等相关,但本研究的结果却并不支持该假设^[16]。事实上,在有冠状动脉旋磨等技术支持下,钙化病变即刻的 PCI 成功率类似于非钙化病变^[16]。研究表明,钙化病变支架植入术前给予切割球囊、旋磨或斑块旋切等预处理及 IVUS 辅助可能是明显获益的^[3,4,17,18]。该回顾性临床研究显示,CM-DES 应用于 ACS 患者钙化病变的并发症发生率无额外增加。实际上,无论在裸金属支架时代还是在 DES 时代的多个研究都一致表明,钙化病变并无额外增加支架内再狭窄的发生^[1,9,19]。

冠状动脉钙化病变虽然增加 PCI 术中夹层并发症风险进而增加术后支架内再狭窄的发生率,但是本研究中两组患者支架内再狭窄发生率并无显著性差异,可能与钙化病变的自身特征相关^[1]。研究表明,球囊导管扩张后冠状动脉的弹性回缩、内膜增生及动脉重构等是支架内再狭窄的主要机制。支架植入可以有效防止弹性回缩,阻止支架植入后造成新生内膜组织增生及血管重构^[20]。任何支架内再狭窄主要是源于平滑肌细胞及纤维母细胞的

新生内膜增生造成的^[15]。通过 IVUS 观察发现,冠状动脉钙化病变植入 DES 后支架膨胀明显不全、内膜增生明显减少^[21]。研究显示,由于钙化病变处具有增殖功能的平滑肌细胞减少,新生内膜增生较少,故而 DES 植入后更为明显,因此支架内再狭窄发生相对较低^[1,15]。在急性心肌梗死患者,DES 植入后不仅新生内膜显著减少,而且由于斑块组织重构,使得靶病变血运重建率明显降低,但可能增加晚期获得性支架贴壁不良的发生率,然而是否更容易引发晚期血栓形成高风险尚不清楚^[15,22]。

该研究存在一定的局限性。首先,其属于小样本非随机回顾性研究,尽管两组患者的基线临床特征并无显著差异,患者及病变的选择性倚偏难以除外。另外,相当部分患者没有使用 IVUS 或计算机断层扫描、钙化积分以精确评价钙化病变的严重程度而仅凭冠状动脉造影评价钙化程度及 DES 植入的总体效果。因此,本研究的结论仍需大规模多中心的前瞻性研究进一步验证。

综上所述,我们的研究结果初步表明,CM-DES 应用于 ACS 合并冠状动脉轻中度钙化病变并不额外增加 PCI 并发症风险及主要不良心血管事件发生率。

[参考文献]

[1] Mosseri M, Satler LF, Pichard AD, et al. Impact of vessel calcification on outcomes after coronary stenting [J]. Cardiovasc Revasc Med, 2005, 6 (4): 147-153.

[2] Benezet J, Díaz de la Llera LS, Cubero JM, et al. Drug-eluting stents following rotational atherectomy for heavily calcified coronary lesions: long-term clinical outcomes[J]. J Invasive Cardiol, 2011, 23 (1): 28-32.

[3] Abdel-Wahab M, Baev R, Dieker P, et al. Long-term clinical outcome of rotational atherectomy followed by drug-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013, 81 (2): 285-291.

[4] Furuichi S, Sangiorgi GM, Godino C, et al. Rotational atherectomy followed by drug-eluting stent implantation in calcified coronary lesions[J]. EuroIntervention, 2009, 5 (3): 370-374.

[5] Lange RA, Hillis LD. Second-generation drug-eluting coronary stents[J]. N Engl J Med, 2010, 362 (18): 1 728-730.

[6] James SK, Stenestrand U, Lindback J, et al. Long-term safety and efficacy of drug-eluting versus bare-metal stents in Sweden[J]. N Engl J Med, 2009, 360 (19): 1 933-945.

[7] Stefanini GG, Holmes DR Jr. Drug-eluting coronary-artery stents [J]. N Engl J Med, 2013, 368 (3): 254-265.

[8] 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): 315-319.

[9] Onuma Y, Tanimoto S, Ruygrok P, et al. Efficacy of everolimus eluting stent implantation in patients with calcified coronary culprit le-

sions: two-year angiographic and three-year clinical results from the SPIRIT II study [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2010, 76 (5): 634-642.

[10] Serikawa T, Kawasaki T, Koga H, et al. Late catch-up phenomenon associated with stent fracture after sirolimus-eluting stent implantation: incidence and outcome[J]. J Interv Cardiol, 2011, 24 (2): 165-171.

[11] Fujimoto H, Nakamura M, Yokoi H. Impact of calcification on the long-term outcomes of sirolimus-eluting stent implantation: subanalysis of the Cypher Post-Marketing Surveillance Registry [J]. Circ J, 2012, 76 (1): 57-64.

[12] Hur SH, Cho YK, Nam CW, et al. Comparison of long-term outcomes following sirolimus-eluting stent vs paclitaxel-eluting stent implantation in patients with long calcified coronary lesions[J]. Clin Cardiol, 2009, 32 (11): 633-638.

[13] von Birgelen C, Mintz GS, Bose D, et al. Impact of moderate lesion calcium on mechanisms of coronary stenting as assessed with three-dimensional intravascular ultrasound in vivo[J]. Am J Cardiol, 2003, 92 (1): 5-10.

[14] Hoffmann R, Mintz GS, Popma JJ, et al. Treatment of calcified coronary lesions with Palmaz-Schatz stents. An intravascular ultrasound study[J]. Eur Heart J, 1998, 19 (8): 1 224-231.

[15] Xu K, Mintz GS, Kubo T, et al. Long-term follow-up of attenuated plaques in patients with acute myocardial infarction: an intravascular ultrasound substudy of the HORIZONS-AMI trial[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2012, 5 (2): 185-192.

[16] Abdel-Wahab M, Richardt G, Joachim Buttner H, et al. High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: the randomized RO-TAXUS trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2013, 6 (1): 10-19.

[17] Vaquerizo B, Serra A, Miranda F, et al. Aggressive plaque modification with rotational atherectomy and/or cutting balloon before drug-eluting stent implantation for the treatment of calcified coronary lesions[J]. J Interv Cardiol, 2010, 23 (3): 240-248.

[18] Maluenda G, Pichard AD, Waksman R. Is there still a role for intravascular ultrasound in the current practice era [J]? EuroIntervention, 2010, 6 (Suppl G): G 139-144.

[19] Kubota T, Ishikawa T, Nakano Y, et al. Retrospective comparison of clinical and angiographic outcomes after sirolimus-eluting and bare-metal stent implantation in 312 consecutive, nonrandomized severely calcified lesions using a rotablator[J]. Int Heart J, 2011, 52 (2): 65-71.

[20] Sgura FA, Di Mario C. New methods of coronary imaging II. Intracoronary ultrasonography in clinical practice[J]. Ital Heart J Suppl, 2001, 2 (6): 579-592.

[21] Zhang RY, Shen WF, Zhang JS, et al. Impact of calcified lesion on the intimal hyperplasia after implantation of drug eluting stent: an intravascular ultrasound study[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2006, 86 (16): 1 118-121.

[22] Stone GW, Lansky AJ, Pocock SJ, et al. Paclitaxel-eluting stents versus bare-metal stents in acute myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2009, 360 (19): 1 946-959.