血管内超声对比造影指导在冠脉分叉病变介入治疗中的临床应用评价

陈宏坤

红河哈尼族彝族自治州第二人民医院心血管内科 云南 红河哈尼族彝族自治州 654300

【摘　要】：目的：评价血管内超声（intravascular ultrasound，IVUS）对比冠状动脉造影（coronary angiography，CAG）指导冠状动脉分叉病变经皮冠状动脉介入治疗（percutaneous coronary intervention，PCI）的应用价值。方法：选取 2024 年 1 月至 2026 年 1 月完成 PCI 的 60 例冠状动脉分叉病变患者，按影像指导方式分为 IVUS 指导组与 CAG 指导组，各 30 例，比较两组支架置入特征、定量冠状动脉造影（quantitative coronary angiography，QCA）参数及 12 个月临床终点。结果：IVUS 指导组主支支架直径、支架长度及后扩张比例均高于 CAG 指导组（P＜0.05）；术后即刻与术后 12 个月主支最小管腔直径（minimal lumen diameter，MLD）高于 CAG 指导组，直径狭窄率（diameter stenosis，DS）低于 CAG 指导组（P＜0.05）；支架内再狭窄、靶血管血运重建及主要不良心血管事件（major adverse cardiovascular events，MACE）发生率均低于 CAG 指导组（P＜0.05）。结论：IVUS 指导分叉病变 PCI 可优化支架置入、改善管腔获得并降低近期不良事件风险。

【关键词】：冠状动脉分叉病变；经皮冠状动脉介入治疗；血管内超声；冠状动脉造影；支架内再狭窄；主要不良心血管事件

DOI:10.12417/2705-098X.26.20.086

冠状动脉分叉病变指主干血管与主要分支交界处受累的狭窄性病变，约占全部 PCI 病例的 15%～20%[1]。该处血流动力学环境复杂，斑块多呈偏心分布并向分叉嵴及分支开口延伸，造影仅能显示管腔二维轮廓，对斑块负荷、血管真实直径的判断有限[2]。目前临床多按造影结果完成分叉病变 PCI，存在参考血管直径低估、支架偏小、膨胀不全与边缘夹层等问题，成为再狭窄与靶血管事件的重要来源[3]。IVUS 可显示血管横断面结构，测量管腔与血管外弹力膜面积，评估支架膨胀、贴壁与分叉嵴移位，为术中决策提供依据[4]。本研究以 60 例冠状动脉分叉病变患者为对象，比较 IVUS 指导与 CAG 指导 PCI 的支架置入特征、QCA 参数及 12 个月临床终点差异，为介入策略优化提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月至 2026 年 1 月在本院心内科住院并接受 PCI 治疗的冠状动脉分叉病变患者 60 例，按术中影像指导方式分组。IVUS 指导组 30 例，男 19 例、女 11 例，年龄 64.37±7.62 岁，体重指数 23.86±2.41 kg/m^2，吸烟史 16 例，高血压病 21 例，糖尿病 12 例。CAG 指导组 30 例，男 18 例、女 12 例，年龄 63.82±7.35 岁，高血压病 20 例，糖尿病 11 例。组件资料经比较差异均无统计学意义（P＞0.05），具有可比性。本研究经本院医学伦理委员会审查批准，全部操作均获书面知情同意。

1.2 临床纳入与排除标准

临床纳入标准：年龄 18～80 岁；冠状动脉造影证实为真性分叉病变[5]，主支及分支血管直径均≥2.5 mm；主支靶病变长度≤40 mm；具备 IVUS 检查条件且图像可清晰判读；临床随访资料完整。

排除标准：合并急性 ST 段抬高型心肌梗死需急诊 PCI 者；主支或分支血管存在严重钙化需旋磨预处理者；左主干远端分叉病变；合并严重心功能不全或恶性肿瘤等预期生存期不足 12 个月者；既往已行冠状动脉旁路移植术者。

1.3 方法

两组术前均口服阿司匹林肠溶片（邯郸滏荣制药有限公司，25mg，国药准字 H13023363）100 mg、每日 1 次，替格瑞洛片（AstraZeneca AB，规格 90 mg，国药准字 J20171023）90 mg、每日 2 次；术中经桡动脉或股动脉置入 6F 或 7F 指引导管，肝素钠注射液（辰欣药业股份有限公司，0.3ml：7500AXaIU，国药准字 H20254555）按 70～100 U/kg 注入，活化凝血时间维持 250～300 s。

CAG 指导组以造影为唯一影像指导，术者依据造影目测与 QCA 结果选择支架，支架直径与参考血管直径之比为 1.0～1.1；对残余狭窄＞30%或存在明显夹层者行球囊后扩张，压力 8～14 atm；主支与分支血流达 TIMI 3 级且无明显残余狭窄后结束手术。

IVUS 指导组在造影基础上行 IVUS 检查（相控阵式 40

作者简介：陈宏坤，男（1977-04），汉族，云南陆良，副主任医师，本科，研究方向：心血管内科。

MHz 导管，Boston Scientific，OPTICROSS），支架置入前将导管送至病变远端以 0.5 mm/s 自动回撤，测量主支近端与远端参考血管最小管腔直径、血管外弹力膜面积及分叉处斑块负荷，支架直径按远端参考血管外弹力膜直径的 1.0～1.1 倍选定，支架长度覆盖病变全程并跨越分支开口、两端落在正常节段。主支支架置入后分支开口受限者以双导丝或球囊对吻技术行拘禁球囊保护；再次回撤超声评估支架膨胀与贴壁，支架内最小管腔面积＜远端参考管腔面积 90%或存在明显贴壁不良时，以非顺应性球囊自 10 atm 起逐级高压后扩张。超声确认支架膨胀贴壁满意、分叉嵴无严重移位后结束手术，终止标准同 CAG 指导组。两组术后均接受双联抗血小板治疗 12 个月，术后 6 个月、12 个月门诊复查。

1.4 观察指标

（1）支架置入特征：手术结束时由术中影像系统记录主支支架直径与长度，统计实施球囊后扩张的例数占比与分支血管接受支架置入的例数占比。

（2）QCA 参数：术前、术后即刻及术后 12 个月各行一次 QCA 分析，测量主支 MLD 并计算 DS，DS=（参考血管直径－MLD）/参考血管直径×100%，参考血管直径由 QCA 软件自动计算，正常参考值为 MLD≥2.5 mm、DS＜50%。QCA 分析由两名不知晓分组的影像技师独立完成，取均值。

（3）12 个月临床终点：术后 12 个月统计支架内再狭窄、靶血管血运重建、靶血管心肌梗死及 MACE 的发生例数。支架内再狭窄为随访造影示支架内或支架边缘 5 mm 范围内 DS≥50%[6]；靶血管血运重建为随访期内因靶血管或靶病变进展再次接受 PCI 或冠状动脉旁路移植术；靶血管心肌梗死为经心电图与心肌损伤标志物证实的靶血管供血区心肌梗死；MACE 为心源性死亡、靶血管心肌梗死与靶血管血运重建的复合终点。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件处理数据。符合正态分布以（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用两独立样本 t 检验，组内前后比较采用配对 t 检验；计数资料以例（%）表示，组间比较采用 x^2 检验，当理论频数＜5 时采用 Fisher 确切概率法。以 P＜0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者支架置入特征比较

IVUS 指导组主支支架直径大于 CAG 指导组，支架长度长于 CAG 指导组，后扩张比例高于 CAG 指导组（P＜0.05）；两组边支支架植入比例差异无统计学意义（P＞0.05）。见表 1。

表 1 两组患者支架置入特征比较

组别	IVUS 指导组	CAG 指导组	t/x^2 值	P 值
例数	30	30		
主支支架直径(mm)	3.32±0.36	3.10±0.35	2.435	0.018
主支支架长度(mm)	28.65±6.42	24.86±5.31	2.554	0.013
后扩张[例(%)]	27(90.00)	19(63.33)	5.963	0.015
边支支架植入[例(%)]	8(26.67)	6(20.00)	0.373	0.541

2.2 两组患者 QCA 参数比较

术前两组主支 MLD 与 DS 差异无统计学意义（P＞0.05）；术后即刻及术后 12 个月，IVUS 指导组 MLD 高于 CAG 指导组、DS 低于 CAG 指导组（P＜0.05），两组 12 个月 MLD 均高于术前、DS 均低于术前（P＜0.05）。见表 2。

表 2 两组患者不同时间点主支 QCA 参数比较（$\bar{x}\pm s$）

组别		IVUS 指导组	CAG 指导组	t 值	P 值
	例数	30	30		
MLD (mm)	术前	0.82±0.24	0.86±0.25	0.619	0.538
	术后即刻	2.86±0.28	2.62±0.31	3.168	0.002
	术后 12 个月	2.62±0.34*	2.23±0.39*	4.205	<0.001
DS(%)	术前	78.42±8.65	77.68±9.12	0.325	0.747
	术后即刻	12.35±3.42	18.76±4.58	6.102	<0.001
	术后 12 个月	17.86±5.24*	26.48±7.35*	5.207	<0.001

注：与同组术前对比，*P＜0.05。

2.3 两组患者 12 个月临床终点比较

IVUS 指导组支架内再狭窄发生率、靶血管血运重建发生率与 MACE 发生率均低于 CAG 指导组（P＜0.05）；两组靶血管心肌梗死发生率差异无统计学意义（P＞0.05）。见表 3。

表 3 两组患者术后 12 个月临床终点比较[例(%)]

组别	IVUS 指导组	CAG 指导组	X^2 值	P 值
例数	30	30		
支架内再狭窄	1(3.33)	7(23.33)	5.192	0.023
靶血管血运重建	2(6.67)	6(20.00)	4.320	0.038
靶血管心肌梗死	0(0.00)	3(10.00)	—	0.119
MACE	3(10.00)	10(33.33)	4.812	0.028

注：靶血管心肌梗死理论频数＜5，采用 Fisher 确切概率法；MACE 为心源性死亡、靶血管心肌梗死与靶血管血运重建的复合终点。

3 讨论

分叉病变介入要求主支与分支管腔同时获得，分叉处斑块偏心分布、血流动力学复杂，支架尺寸选择与释放易偏离预期。造影仅显示管腔轮廓，斑块弥漫时参考节段被低估，支架偏小与膨胀不全由此产生，构成再狭窄与靶血管事件的病理基础[7]。IVUS 把支架尺寸的确定由二维目测转为横断面测量，本研究的分析即围绕这一转变展开。

IVUS 指导组主支支架直径更大、长度更长，与 IVUS 可直接显示血管外弹力膜直径及病变纵向范围有关。按远端参考血管外弹力膜直径的 1.0～1.1 倍选定支架，避免了造影因弥漫斑块造成的低估；支架两端落在相对正常节段，减少了边缘落在斑块肩部引发的再狭窄。该组后扩张比例由 63.33%升至 90.00%，反映术者依据支架内最小管腔面积与远端参考管腔面积的比值判断膨胀是否充分，后扩张指征由经验判断转为量化标准[8]。两组边支支架植入比例接近，说明主支优化程度提高并未增加分支支架需求，分支处理的克制有利于减少分支开口损伤。

QCA 参数印证了上述操作的管腔效应。术后即刻两组管腔获得已有差距，至 12 个月 IVUS 指导组 DS 维持较低而 CAG 指导组回升更明显。即刻差距来自支架直径选择与后扩张的充分性，支架偏小或膨胀不全时，支架小梁与血管壁间残留的间隙为内膜增生提供空间；随访期差距扩大，还与 CAG 指导组支架边缘更易落在病变节段、分叉嵴移位在释放时未获纠正有关[9]。两组 12 个月 DS 均未达到造影再狭窄判定标准，提示规范的双联抗血小板与危险因素管理对管腔丢失有抑制作用。

临床终点的差异是影像与管腔指标在事件层面的延伸。再狭窄减少与支架膨胀充分、贴壁良好直接相关，膨胀不全形成的低剪切应力区与血液回流有利于血小板聚集和平滑肌细胞增殖；靶血管血运重建减少反映缺血驱动再次干预的需求下降，其构成中既有再狭窄进展，也有分叉嵴移位所致分支开口狭窄[10]。两组靶血管心肌梗死发生率差异无统计学意义，与随访期内该终点事件绝对数量偏少有关，不宜据此否定 IVUS 指导对缺血事件的作用。

综上，IVUS 用于冠状动脉分叉病变 PCI，可优化支架尺寸选择与后扩张策略，改善管腔获得并降低支架内再狭窄、靶血管血运重建与 MACE 风险。本研究为单中心回顾性设计，样本量偏小、随访仅 12 个月，术者操作习惯在两组间难以完全均衡。后续可扩大样本、延长随访并结合支架膨胀面积等指标，进一步明确 IVUS 指导的适用人群与获益边界。

参考文献：

[1] 杨智宇,刘小永.冠状动脉分叉病变介入治疗的研究进展[J].临床心血管病杂志,2026,42(3):197-203.

[2] 左燕,徐艺硕,胡思宁,等.腔内影像学技术在支架失败中应用的研究进展[J].中国介入心脏病学杂志,2023,31(9):688-692.

[3] 路达琦.血管内超声引导下对 PCI 术优化的临床效益[J].影像研究与医学应用,2025,9(24):86-88.

[4] 常媛,李群星,尹德录.血管内超声血流分数的临床应用与进展[J].临床心血管病杂志,2025,41(8):585-589.

[5] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,中国医师协会心血管内科医师分会,血栓防治专业委员会,等.中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)[J].中华心血管病杂志,2016,44(5):382-400.

[6] 韩燕,袁晓航,高磊.光学相干断层成像指导冠状动脉支架内再狭窄介入治疗进展[J].中国介入心脏病学杂志,2023,31(5):356-361.

[7] 李永辉,李姮,温尚煜.腔内影像学指导经皮冠状动脉介入治疗的新进展[J].中国心血管杂志,2025,30(3):250-253.

[8] 李宪凯,刘巍.腔内影像学指导冠状动脉介入治疗的应用原则和基本操作规范[J].中华心血管病杂志(网络版),2023,6(1):241-247.

[9] 吕明星,张彤,赵振舟,等.无创影像技术在冠状动脉慢性完全闭塞病变经皮冠状动脉介入治疗中的应用进展[J].中国心血管杂志,2026,31(1):118-122.

[10] 赵靖宇,朱从飞,林玲,等.血管内超声指导药物洗脱支架置入对冠心病合并慢性肾脏病患者远期预后的影响[J].中国循环杂志,2025,40(9):898-903.