

【经验交流】

# 基于血管内超声（IVUS）的冠脉手术精准治疗策略优化研究

吴森

齐齐哈尔医学院附属第二医院 心内科

**摘要：**目的 探讨血管内超声（IVUS）指导下经皮冠状动脉介入治疗（PCI）策略优化对冠状动脉粥样硬化性心脏病（CAD）患者手术效果及预后的影响。方法 选取2025年3月—2025年7月收治的100例CAD患者，随机分为IVUS指导组（50例）和传统造影指导组（50例）。IVUS指导组依据IVUS检查结果实施PCI，传统造影指导组仅通过冠状动脉造影指导手术，随访半年对比两组支架植入相关指标、血管再狭窄率及主要不良心血管事件（MACE）发生率。结果 IVUS指导组支架尺寸匹配准确率（96.00%）、支架贴壁优良率（94.00%）显著高于传统造影指导组（82.00%、78.00%）（ $\chi^2=5.983$ 、 $6.649$ ， $P=0.014$ 、 $0.010$ ）；术后6个月、1年IVUS指导组再狭窄率（4.00%、8.00%）低于传统造影指导组（12.00%、20.00%）（ $\chi^2=4.114$ 、 $6.349$ ， $P=0.043$ 、 $0.012$ ）；随访半年IVUS指导组MACE发生率（6.00%）低于传统造影指导组（18.00%）（ $\chi^2=5.316$ ， $P=0.021$ ）。结论 IVUS指导可提高PCI支架选择精准性与贴壁质量，降低血管再狭窄及MACE发生率，为CAD患者提供更优的精准治疗方案。

**关键词：**血管内超声；冠状动脉粥样硬化性心脏病；经皮冠状动脉介入治疗；精准治疗；预后

冠状动脉粥样硬化性心脏病（CAD）是严重危害人类健康的重大心血管疾病，对其治疗策略的优化一直是临床研究的重点。现阶段，经皮冠状动脉介入（PCI）已经成为冠心病的重要治疗手段，但传统冠脉造影引导下的PCI术存在着固有的局限性，仅提供二维血管图像，不能精确评价血管壁结构、斑块性质和实际管腔面积，容易造成支架尺寸不合理、贴壁不良<sup>[1]</sup>，影响患者长期预后。血管内超声（IVUS）为一类高分辨的血管内成像技术，可清晰显示血管横断面结构，精确测量血管管径、斑块负荷和管腔面积，为PCI术前诊断提供准确、实时的影像学支持<sup>[2]</sup>。血管内超声（IVUS）应用于冠状动脉外科手术，能显著提高手术决策的科学性，但对于优化PCI方案和改善远期预后的具体价值，尚需前瞻性研究加以验证。

基于此，本文旨在分析基于血管内超声（IVUS）的冠脉手术精准治疗策略优化方式。

## 1 资料及方法

### 1.1 基线资料

本研究选取2025年3月—2025年7月齐齐哈尔医学院附属第二医院收治的100例CAD患者作为研究

对象，其中男性58例，女性42例；年龄45~75岁，平均（ $62.35 \pm 8.42$ ）岁。纳入标准：经冠状动脉造影确诊为CAD，存在PCI手术指征；病变血管为冠状动脉前降支、回旋支或右冠状动脉；患者及家属知情同意并签署知情同意书。排除标准：严重肝肾功能不全、凝血功能障碍及出血倾向者；对造影剂、IVUS探头或手术相关材料过敏者；合并严重心力衰竭、恶性心律失常、感染性疾病或恶性肿瘤者；血管严重钙化、扭曲或闭塞导致IVUS无法操作；临床资料不完整或无法配合完成半年随访者。采用随机数字表法将患者分为IVUS指导组和传统造影指导组，每组各50例，两组患者性别、年龄、病变血管分布等基线资料比较差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），具有可比性。

### 1.2 方法

两组患者均接受涵盖抗血小板，调脂，血压，血糖控制等常规术前准备，均由同组的心内科医生实施。

#### 1.2.1 传统造影指导组

患者接受冠脉造影技术，经DSA设备，取得获取血管2D图像，医生根据造影结果，目测评价患者的血管直径、病变长度和狭窄程度，选择合适尺寸的

基金项目：齐齐哈尔市科技计划联合引导项目（编号：LSFGG-2025072）。

作者简介：吴森（1987—），女，本科，主治医师，研究方向为老年HFpEF患者不良事件发生的危险因素及沙库巴曲缬沙坦钠对其心功能、运动耐力的影响。

支架（直径一般参考血管直径，长度以病变两端各0.5~1.0 mm为宜），针对患者进行支架植入及必要的后扩张操作，术后常规造影评估支架植入效果。

1.2.2 IVUS 指导组

本组患者在进行 PCI 术前、术中、术后接受血管内超声检查。工作人员利用 20–40MHz 高频超声探头，扫描范围 4~8mm，沿病变血管段缓慢回撤探头（回撤速度 0.5 mm/s），取得血管横断面图像及相关参数。

术前，采用血管内超声测量病变近端三段血管的平均直径、最小管腔面积、斑块负载和病变长度；术中根据血管内超声测量结果，选择合适的支架直径及长度（完全覆盖病灶两端 1~2 mm），对支架置入后行血管内超声检查，评价支架贴壁状况，如有贴壁不良（支架与血管壁间隙 > 0.2 mm）则进行后扩张优化，保证支架完全贴壁；术后即刻对患者行血管内超声检查，确认支架扩张良好，无明显残留狭窄。

两组病患术后均给予阿司匹林 + 氯吡格雷治疗，为期 1 年，同时使用他汀类药物调脂治疗，定期监测肝、肾功能和血脂等指标，随访半年，记录相关数据。

1.3 观察指标

1.3.1 支架植入相关指标

包括支架尺寸匹配准确率和支架贴壁优良率。支架尺寸匹配准确率定义为支架直径与 IVUS 测量的参考血管直径误差 ≤ 0.5mm 且长度完全覆盖病变的病例数占比；支架贴壁优良率定义为 IVUS 检查显示支架与血管壁间隙 ≤ 0.2mm、无明显膨胀不全的病例数占比。

1.3.2 血管相关指标

记录术后 6 个月、1 年的血管再狭窄率，再狭窄定义为随访时冠状动脉造影或 IVUS 检查显示靶血管狭窄程度 ≥ 50%。

1.3.3 临床预后指标

随访半年期间的主要不良心血管事件（MACE）发生率，MACE 包括心肌梗死、靶血管血运重建及心血管死亡。

1.4 统计学分析

采用 SPSS22.0 统计学软件进行数据处理。计量数据以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，组间比较采用 t 检验，多时间点比较采用重复测量方差分析；计数数据以 [n,%] 表示，组间比较采用  $\chi^2$  检验；三组间比较采用 F 检验。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者支架植入相关指标比较

IVUS 指导组支架尺寸匹配准确率、支架贴壁优良率均显著高于传统造影指导组，差异有统计学意义

( $P < 0.05$ )。详见表 1。

表 1 两组患者支架植入相关指标比较 [n,%]

组别	例数	支架尺寸 匹配准确率	支架贴壁 优良率
IVUS 指导组	50	48(96.00%)	47(94.00%)
传统造影指导组	50	41(82.00%)	39(78.00%)
$\chi^2$		5.983	6.649
$P$		0.014	0.010

2.2 两组患者血管再狭窄率比较

术后 6 个月、1 年，IVUS 指导组血管再狭窄率均低于传统造影指导组，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。详见表 2。

表 2 两组患者血管再狭窄率比较 [n,%]

组别	例数	术后 6 个月	术后 1 年
IVUS 指导组	50	2(4.00%)	4(8.00%)
传统造影指导组	50	6(12.00%)	10(20.00%)
$\chi^2$		4.114	6.349
$P$		0.043	0.012

2.3 两组患者临床预后指标比较

随访半年，IVUS 指导组 MACE 发生率为 6.00%，显著低于传统造影指导组的 18.00%，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。其中 IVUS 指导组发生心肌梗死 1 例、靶血管血运重建 2 例，无心血管死亡病例；传统造影指导组发生心肌梗死 3 例、靶血管血运重建 4 例、心血管死亡 2 例。详见表 3。

表 3 两组患者 MACE 发生率比较 [n,%]

组别	例数	MACE 发生率
IVUS 指导组	50	3(6.00%)
传统造影指导组	50	9(18.00%)
$\chi^2$		5.316
$P$		0.021

3 讨论

3.1 IVUS 在 PCI 精准支架选择中的核心价值

由于冠脉病变的复杂性，针对此类患者开展 PCI 术需建立在精准血管评价的基础上，传统冠脉造影方法只能提供管腔的二维投影，不能真实反映病变的壁厚、斑块性质和偏心型病变等真实情况，导致支架选择主要依靠医生的经验判断，易产生尺寸偏差。血管内超声能清楚地显示血管壁的三层结构、斑块形态以及管腔截面面积，测量结果误差小于 0.1 mm，为支架尺寸的选择提供客观的、定量的依据<sup>[3]</sup>。本组实验研究结果表明：IVUS 指导组支架大小匹配的准确性为 96.00%，明显高于常规造影指导组的 82.00%，组间数据存在统计学意义， $P < 0.05$ 。利用 IVUS 实时监测支架贴壁状态，经后扩张优化，支架贴壁优良率比传统

方式高,能避免传统造影难以发现的贴壁不良现象,为手术成功打下基础。

### 3.2 IVUS 对冠状动脉再狭窄的预防机制

血管再狭窄为接受 PCI 术后常见的并发症,其主要原因是支架贴壁不良、病变覆盖不良及血管过度损伤等因素。IVUS 经过手术前精准评价斑块的受力和分布情况,可以明确病变的范围和严重程度,有效指导支架长度的选择,使其完全覆盖病灶,防止出现“地理丢失”的现象;术中实时监测支架贴壁状态,可以减小支架与血管壁之间的间隙,减少血小板聚集和血栓形成的风险<sup>[4]</sup>;术后应用血管内超声检查支架扩张情况,确定支架充分扩张,减少因血管收缩引起的狭窄。本组实验研究结果表明:IVUS 指导组术后 1 年再狭窄率仅为 8.00%,远低于传统造影指导组的 20.00%,组间数据存在统计学意义, $P < 0.05$ 。代表 IVUS 通过多环节精准干预,可有效抑制血管内膜增生,降低再狭窄风险。相关研究指出:血管内超声引导 PCI 术在复杂病变如钙化、分叉等情况下更具优势,综合评价血管结构可减少术中损伤,为血管修复创造条件。

### 3.3 IVUS 指导对 CAD 患者远期预后的改善作用

MACE 发生率是评价冠心病患者 PCI 术后预后的重要指标,其发生率与支架术后并发症及再狭窄密切相关。血管内超声(IVUS)可优化支架植入效果,降低支架贴壁不良及再狭窄等问题,从源头上减少心肌梗死、血管新生等不良事件发生风险。本研究指出:IVUS 指导组 1 年的 MACE 的发生率为 6.00%,比传统造影指导组的 18.00% 低, $P < 0.05$ ,并且无死亡病例,证实了血管内超声引导下的临床应用价值<sup>[5-7]</sup>。血管内超声引导冠脉介入治疗能改善冠心病合并 CKD 等高危人群的长期预后,与血管内超声可精准识别高危病灶,优化治疗方案密切相关。另外,血管内超声检测斑块性质有助于医生及时发现易损斑块并进行有针对性的干预,可减少相关不良事件的发生率,为病患的长期生存,提供可靠保障。

### 3.4 研究局限性与未来方向

本研究的局限性在于:①研究是单中心设计,样本量为 100 例,纳入的患者均来自相同的医疗机构,基线特征可能存在一定同质性,可能导致结果外推至不同地域、不同诊疗水平机构时存在偏差,样本过小会削弱一些次要指标的统计学检验效能。②本研究的随访周期短,只能体现出短期临床预后,关于冠脉介入治疗远期效果(术后 6 个月、1 年内再狭窄率、远期 MACE 发生率),以及 IVUS 引导的最优方案对血管内皮修复和稳定性的长期影响尚不明确。③本研究未对特定病变类型(分叉病变、弥漫性长病变、小血管病变)进行亚组分析,缺乏针对不同病变场景的 IVUS 最优路径和疗效差异的数据支撑。④未纳入病患基因多态性、患者药物代谢能

力等个体化差异因素,不能评价上述因素对 IVUS 引导疗效的影响。⑤相关研究未涉及血管内超声的卫生经济评价,未明确检验费用和长期临床受益的成本—效益比,制约其在基层的推广<sup>[8]</sup>。

在后续研究中,需要结合现有证据,多角度拓展 IVUS 参数精准治疗价值:①开展多中心大样本量的前瞻性队列研究,对不同疾病类型、合并症(慢性肾病、糖尿病等)的患者进行前瞻性队列研究,细化 IVUS 引导的个体化诊疗方案,明确不同亚组患者的获益差异,构建基于 IVUS 参数(斑块负荷、钙化程度、血管重塑程度)的风险分层体系。②积极探索血管内超声联合生物标记物的联合应用模式,结合斑块结构相关分子,例如:SOCS3 等斑块结构分子、血栓弹性最大血块强度等凝血指标,全面构建“影像—分子标记物”双维度评价模型,在根本上实现针对斑块易损性和手术后患者血栓风险预测,有效指导患者调整抗血小板、降脂等药物治疗方案。

## 4 结语

综上所述,IVUS 指导可提高 PCI 支架选择精准性与贴壁质量,降低血管再狭窄及 MACE 发生率,为 CAD 患者提供更优的精准治疗方案。

## 参考文献:

- [1] 颜文华,鲍俊哲,关李华,等.冠心病病人尿 11 脱氢血栓烷 B2 水平与血管超声指标的关系[J].中西医结合心脑血管病杂志,2025,23(19):3036-3040.
- [2] 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.
- [3] 姜浩,王智,史震涛,等.血管内超声指导下血管内碎石术联合药物涂层球囊治疗冠状动脉钙化病变的临床效果[J].中国心血管杂志,2025,30(4):405-410.
- [4] 申巧丽,赵殿儒,戈美琴,等.不同预处理球囊预防冠心病患者行药物涂层球囊介入治疗后再狭窄的效果观察[J].中国循证心血管医学杂志,2025,17(8):968-971.
- [5] 贾璐,李丽楠,班新全,等.血栓弹力图最大血块强度值与冠状动脉斑块易损性的相关性研究[J].临床内科杂志,2025,42(8):662-665.
- [6] 袁冬梅,胡梦弦,何贵新.SOCS3 与冠心病不稳定型心绞痛患者冠状动脉斑块结构及形态联系的研究[J].医学理论与实践,2025,38(15):2538-2542.
- [7] 施方园,阮政文,励信佚.阿托伐他汀联合依折麦布对冠心病患者冠状动脉粥样斑块及预后的影响[J].心电与循环,2025,44(4):445-449.
- [8] 罗雪.冠状动脉造影(CAG)联合血管内超声(IVUS)指导冠状动脉病变介入治疗应用分析[D].川北医学院,2024.