

血管内超声应用于冠状动脉介入治疗中的最新研究进展

黄爽¹ 吉维² 楚天舒¹

(1. 昆明医科大学第二附属医院心内科, 云南 昆明 650101; 2. 昆明医科大学研究生院, 云南 昆明 650500)

【摘要】 因人口老龄化及不健康的生活方式, 冠心病的发病率逐年上升, 部分患者以严重心绞痛甚至是急性冠脉综合征为主要首发症状, 通常需行经皮冠脉介入术。不同患者冠状动脉病变性质及程度不同, 常规冠状动脉造影难以清晰地显示特殊复杂的病变细节, 此时应用血管内超声将对手术成功提供极大的帮助。血管内超声能进一步明确患者的血管病变情况, 为支架选择提供更准确的信息, 明显地提高疗效及改善预后, 特别在各种冠状动脉复杂病变的经皮冠脉介入术中至关重要, 有着不可取代的作用。

【关键词】 心血管疾病; 经皮冠脉介入术; 血管内超声

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.11.007

Application of Intravascular Ultrasound in Coronary Interventional Therapy

HUANG Shuang¹, JI Wei², CHU Tianshu¹

(1. Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650500, Yunnan, China;

2. Kunming Medical University Graduate School, Kunming 650500, Yunnan, China)

【Abstract】 The incidence of coronary heart disease is on the rise due to the aging population and unhealthy lifestyle. Some patients have severe angina pectoris or even acute coronary syndrome as the main symptoms, and usually need percutaneous coronary intervention (PCI). Patients may have different coronary artery lesions, the conventional coronary angiography is difficult to clearly display the details of special complex lesions, and the application of intravascular ultrasound (IVUS) will greatly help the success of the PCI operation. IVUS can further identified the patient's vascular lesions, provide more accurate information for stent selection, and improve the therapeutic effect and prognosis, especially in the PCI operation of complex coronary artery lesions with an irreplaceable role.

【Key words】 Cardiovascular diseases; Percutaneous coronary intervention; Intravascular ultrasound

随着人口老龄化和生活水平的提高, 冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)发病率越来越高, 为最常见的心脏病。冠心病起病隐匿, 多数患者发现时即需行经皮冠脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)^[1]。在常规冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)下, 部分患者血管存在重叠、迂曲或复杂病变难以判断的情况, 这时血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)技术将提供极大的帮助。众多研究表明, IVUS 在介入术中的使用能改善患者的预后^[2-3]。IVUS 通过连接指引导管和超声探头, 可于腔内监测血管状况, 无需造影剂即可成像^[4]。IVUS 的发展经历四个阶段: (1) 传统的灰阶 IVUS: 主要特点为显示管腔形态和血管壁, 用以测量血管直径、横截面积和狭窄程度, 指导介入治疗。(2) 灰阶 IVUS 技术基础上形成虚拟组织学 IVUS, 更直观和准确地定性及定量分析粥样硬化斑块。(3) 整合背向散射 IVUS: 该技术能识别冠

状动脉斑块, 可更详细地观察冠状动脉斑块中的成分。(4) iMAP-IVUS 是基于射频信号模式识别的血管内超声系统, 可提供冠状动脉斑块特征的客观定量信息。但 IVUS 的应用也存在一些局限, 如钙化成分会产生强反射, 故 IVUS 应用于钙化病变时常受限。此外, 由于数字模型中缺乏血栓算法, 故 IVUS 不能识别血栓。现对 IVUS 在冠状动脉介入治疗中的价值做一综述。

1 IVUS 诊断冠心病的价值

CAG 显示冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 即可诊断为冠心病, 狭窄 $\geq 75\%$ 即为植入冠状动脉支架的指征。但 CAG 的诊断主要依据医生的主观判断, 缺少客观量化标准, 当患者病变为临界情况时, 单靠 CAG 无法准确判断^[5], 此时 IVUS 将会提供极大的帮助。在 IVUS 下冠状动脉将呈现特有的结构分层, 即强回声的内层、弱回声的中层和强回声的外层。通过 IVUS 特有的图像分层, 可测量冠状动脉的管腔面积及狭窄程度, 更客观

和准确地判断病变程度,精确地判断患者病情。临床中经常遇到剧烈胸痛的患者,症状酷似心绞痛,但 CAG 结果往往未见明显异常,此时 IVUS 能进一步明确病情,例如 CAG 难以识别的不稳定斑块及血栓。因此,将 CAG 与 IVUS 结合起来可进一步精确地分析高度怀疑冠心病但 CAG 正常患者的血管情况。

2 IVUS 对选择冠状动脉球囊和支架的意义

CAG 判断血管直径以及选择球囊和支架的型号均依赖介入医师的经验。若支架和球囊选择过大可能损伤血管,故介入医师会出于安全考虑而选择较小的球囊和支架^[6]。在 IVUS 引导下行支架植入术时,支架和球囊的大小基于病变两端血管直径的平均值,或病变部位外部弹性膜的直径选择。支架长度是在近端参考点和远端参考点之间测量,IVUS 将其确定为斑块负担<50%的最健康段^[7]。根据以上参考方法,能尽可能地选择最适宜病变血管的支架。研究^[8]表明,CAG 判断的血管大小常小于 IVUS 的结果,在 IVUS 指导下选择支架,能更精确地选择更适合患者的支架,降低血管夹层及穿孔等并发症的发生率。

3 IVUS 对支架贴壁的判断

以往 PCI 失败的主要原因通常为支架膨胀不全,CAG 直视下通过观察病变处有无造影剂缺损来判断支架膨胀程度,但因 CAG 自身局限性,不能完全清晰地识别冠状动脉病变的具体情况。有研究表明,CAG 引导下发生支架膨胀不全的概率为 15%~20%^[9]。据报导,支架不完全扩张与术后发生支架内血栓和支架内再狭窄有着密切的关系^[10]。裸支架时代,30% 的患者术后出现支架内再狭窄,目前大量使用药物涂层支架后,仍有 10%~20% 的患者出现支架内再狭窄^[11]。研究证明,术中支架的良好扩张至关重要。IVUS 能通过截面观察支架四周贴壁程度,且 IVUS 为动态图像,更能实时地观察支架情况;IVUS 可在支架内用高压球囊进一步扩展狭窄部位,可减低亚急性血栓的发生率及有症状的支架内再狭窄发生率^[12]。

4 IVUS 对冠状动脉复杂病变的意义

因患者自身的危险因素不同,其血管病变情况亦多种多样,例如分叉病变、冠状动脉钙化病变、慢性闭塞性病变以及左主干病变。以上病变中,患者可能存在一种,亦可能多种病理改变同时存在,此时单纯 CAG 引导难以完成支架植入,需 IVUS 的指引和监测,这对患者的预后及手术的安全性有极重要的意义。

4.1 IVUS 在分叉病变中的应用

分叉病变在冠状动脉病变中较为常见,约占病变的 30%,其处理存在一定的难度^[13]。分叉病变较常规病变复杂,同时存在多支血管病变,且病变累及血管

分叉处,CAG 呈现的二维图像无法准确地识别其病变特点,当病变处出现重叠交错时,更无法正确判断。IVUS 可多方位观察血管走行,弥补了 CAG 的不足。有研究证明 IVUS 引导下对分叉病变行支架植入术,可增加手术的成功率及安全性,减少支架植入术后再次狭窄及支架内血栓的发生率,改善患者的预后,故建议复杂病变中介入治疗使用 IVUS 引导^[14]。

4.2 IVUS 在左主干病变中的应用

左主干病变极易导致心肌梗死和猝死等严重的心血管事件,又因解剖复杂和手术难度高,患者预后较差。既往在单纯 CAG 引导下行左主干支架植入术,术后患者预后较差。目前通过 IVUS 多角度动态识别血管情况的特性,进一步明确左主干病变特征。有研究证明^[15],IVUS 与 CAG 联合引导可更精确地显示左主干的病变性质和特点,能更好地指导手术进程,改善预后,降低发生不良心血管事件的风险。

4.3 IVUS 在慢性闭塞性病变中的应用

在冠心病患者中,慢性闭塞性病变(chronic artery occlusion, CTO)患者是一个主要组成部分,部分未及时治疗的患者出现心功能失代偿,严重影响患者的生活质量,CTO 患者血管已完全闭塞,单靠药物治疗效果欠佳,进一步血运重建治疗以开放闭塞的血管是对患者疾病转归最有利的方式^[16]。在 CTO 介入手术中,导丝是否在真腔内至关重要^[17],精确的图像技术支持是 CTO 介入手术的保障。常规 CAG 的图像过于粗略,无法达到 CTO 的手术要求。近些年来,IVUS 技术越来越多地被学者重视^[18]。相比 CAG,IVUS 在 CTO 患者 PCI 术中应用的最显著优势是可清晰地辨别闭塞血管。CTO 患者的血管情况错综复杂,存在多部位血管闭塞以及大量侧支形成,CAG 无法准确地判断闭塞血管真正闭塞的头端以及新形成的侧支,无法正确引导导丝通过,IVUS 可通过超声引导准确地判断闭塞的起始位置,并通过将导管置于分支血管处而准确地定位主血管闭塞部位,增加 PCI 手术成功率。研究^[19]表明,IVUS 可提高 CTO 患者支架植入成功率,提高手术安全性,并改善患者预后。

5 IVUS 评估斑块性质

不同的斑块在 IVUS 下会产生不同的回声,主要包括膜回声亮度接近的纤维斑块、低于心外膜回声亮度的软斑块、强回声伴声影的钙化斑块以及具有不同性质的混合斑块。软斑块主要为粥样斑块和脂质斑块,其回声低于血管外膜回声。纤维斑块的回声与血管外膜回声相似,纤维斑块主要包括脂质斑块表面的纤维帽和致密纤维组织斑块。钙化斑块可分为点状钙化、表浅钙化和深部钙化,其回声强于血管外膜的回

声,且后方伴有声影。点状钙化为病变外有少量钙化。深度不超过斑块厚度的 50% 且范围 $<90^\circ$ 的钙化为表浅钙化;深部钙化为深度超过斑块厚度的 50%^[20]。软斑块及纤维斑块常不稳定,易破溃而致急性心肌梗死。而钙化斑块常稳定存在于冠状动脉内部,是 CTO 患者血管的主要病变。

6 IVUS 在旋磨术中的应用

冠状动脉内膜旋磨术,或称为冠状动脉旋磨成形术(简称旋磨术),是指使用带有超高速旋转的转头将冠状动脉内粥样硬化斑块和钙化组织碾磨成极细的微粒,消除阻塞血管腔的斑块,使得导丝、球囊以及支架得以通过。此术式尤其适合钙化严重的病例,因为球囊及支架在严重钙化的病变处无法完全膨胀,进而导致手术失败,此时需利用高速旋转的转头进行旋磨,以切除钙化病变。此术式需 IVUS 判断旋磨后斑块残余情况,以判断旋磨是否成功并指导下一步支架植入^[21]。

7 IVUS 对术后心肌梗死的预测

目前已有研究认为 IVUS 可对 PCI 后心肌梗死、远端栓塞以及无复流等高危现象进行预测^[22]。衰减斑块(富含脂质的表面回声衰减的斑块)是术后心肌梗死的形态学预测指标之一^[23]。在急性冠脉综合征和稳定的冠心病患者中,术后斑块的减少率分别约为 45% 和 30%^[24]。弧度为 180° 且长度为 5 mm 的衰减斑块是 PCI 后血流灌注差的强预测指标,此时应考虑使用远端保护装置以减少恶性事件的发生^[25]。

8 IVUS 的局限与展望

尽管 IVUS 技术已相对成熟,但能熟练掌握且拥有相应设备的医院并不普遍,这可能与费用较昂贵有关。且在使用过程中,超声探头通过相对狭窄血管或严重病变血管时可能出现血管痉挛,进而出现危及生命的不良心血管事件。IVUS 分辨率仍不够高,可影响图像清晰度。但 IVUS 技术给术者提供了相对直观的手术视野,相比 CAG,提高了手术的成功率及安全性,因此必将得以普及。

9 结语

综上所述,IVUS 技术给冠心病 PCI 术者提供了更直观和更清晰的术野,在复杂病例中的应用必不可少。相比 CAG,IVUS 在指导支架选择、球囊选择和病变判定等方面均可通过客观的图像、数字和比例做出精确判断。IVUS 并不可取代 CAG,两者应是相互辅助的关系,IVUS 对 CAG 宏观图像上的精细分析,在 CAG 的基础上使用 IVUS 技术是当前的发展趋势,可显著地提高患者的手术成功率、手术安全性以及患者的预后。

参考文献

- [1] 胡盛寿,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告 2018》概要[J]. 中国循环杂志,2019,34(3):209-220.
- [2] Hachinohe D, Mitomo S, Candilio L. A practical approach to assessing stent results with IVUS or OCT[J]. *Methodist DeBakey Cardiovasc J*, 2018, 14(1):32-41.
- [3] Mintz GS, Guagliumi G. Intravascular imaging in coronary artery disease[J]. *Lancet*, 2017, 390(10096):793-809.
- [4] Gill AE, Ciszak T, Braun H, et al. Intravascular ultrasound versus digital subtraction angiography: direct comparison of intraluminal diameter measurements in pediatric and adolescent imaging[J]. *Pediatr Radiol*, 2017, 47(4):450-457.
- [5] Kwan TW, Yang S, Xu B, et al. Optimized quantitative angiographic and intravascular ultrasound parameters predicting the functional significance of single de novo lesions in the left anterior descending artery[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2012, 125(23):4249-4253.
- [6] 王增良,杨树森. 血管内超声在冠状动脉介入治疗中的应用进展[J]. 心血管病学进展, 2012, 33(3):349-352.
- [7] Saito Y, Kobayashi Y, Fujii K, et al. Clinical expert consensus document on standards for measurements and assessment of intravascular ultrasound from The Japanese Association of Cardiovascular Intervention and Therapeutics[J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2020, 35(1):1-12.
- [8] Kang SJ, Mintz GS, Park DW, et al. Mechanisms of in-stent restenosis after drug-eluting stent implantation: intravascular ultrasound analysis[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2011, 4(1):9-14.
- [9] Witzensichler B, Maehara A, Weisz G, et al. TCT-21 use of IVUS reduces stent thrombosis: results from the prospective, multicenter ADAPT-DES Study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(17):B6-B7.
- [10] Nogourani MK, Moradi M, Khajouei AS, et al. Diagnostic value of intraluminal stent enhancement in estimating coronary in-stent restenosis[J]. *J Clin Imaging Sci*, 2020, 10:12.
- [11] Thim T. Human-like atherosclerosis in minipigs: a new model for detection and treatment of vulnerable plaques[J]. *Dan Med Bull*, 2010, 57(7):B4161.
- [12] Kalidindi SR, Tuzcu EM, Nicholls SJ. Role of imaging end points in atherosclerosis trials: focus on intravascular ultrasound[J]. *Int J Clin Pract*, 2007, 61(6):951-962.
- [13] Colombo A, Moses JW, Morice MC, et al. Randomized study to evaluate sirolimus-eluting stents implanted at coronary bifurcation lesions[J]. *Circulation*, 2004, 109(10):1244-1249.
- [14] 刘磊. 血管内超声在分叉病变诊疗中的应用研究[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2019, 40(3):342-343.
- [15] 石晓辉. 血管内超声联合冠状动脉造影在左主干病变中的应用价值[J]. 临床医学研究与实践, 2019, 4(28):21-23.
- [16] Ghoshhajra BB, Takx RAP, Stone LL, et al. Real-time fusion of coronary CT angiography with X-ray fluoroscopy during chronic total occlusion PCI[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(6):2464-2473.
- [17] 叶剑飞,戴宇翔,李晨光,等. 多排 CT 冠状动脉血管成像在冠状动脉慢性完全闭塞病变诊断中的应用[J]. 中华全科医师杂志, 2016, 15(1):39-42.
- [18] Inaba S, Mintz GS, Burke AP, et al. Intravascular ultrasound and near-infrared spectroscopic characterization of thin-cap fibroatheroma[J]. *Am J Cardiol*, 2017, 119(3):372-378.
- [19] 蒋天红,朱吉平. 血管内超声在冠状动脉慢性完全闭塞患者 PCI 术中的应用和安全性分析[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019, 11(10):162-165.
- [20] 王晓芳,陈海涛,杨丽春. 血管内超声的临床应用进展[J]. 长治医学院学报, 2012, 26(2):158-160.
- [21] Maurovich-Horvat P, Schlett CL, Alkadhi H, et al. Differentiation of early from advanced coronary atherosclerotic lesions: systematic comparison of CT, intravascular US, and optical frequency domain imaging with histopathologic examination in ex vivo human hearts[J]. *Radiology*, 2012, 265(2):393-401.

(下转第 1144 页)

- 收稿日期:2020-05-03

收稿日期:2020-04-20