

· 经验交流 ·

血管内超声指导下冲击波导管治疗冠状动脉重度钙化病变

卢建发 李涛 魏伟超

【摘要】 目的:观察冲击波导管治疗冠状动脉重度钙化病变的效果和安全性。**方法:**选择深圳市中医院 2022 年 8 月至 10 月收治的 8 例患者,冠状动脉造影可见重度钙化,通过高压或切割球囊处理后,对于膨胀不充分处血管行血管内超声(IVUS)观察,使用冲击波导管对钙化病变进行预处理,处理后立即行 IVUS 探查钙化情况,置入支架后行 IVUS 观察支架膨胀、贴壁情况及两端有无夹层。**结果:**8 例患者均顺利置入支架,术后复查 IVUS,支架贴壁良好,支架近端和远端无夹层,支架膨胀良好。冲击波导管能够有效扩张重度钙化病变,有利于支架的置入,患者均未出现操作并发症。**结论:**冲击波导管治疗冠状动脉重度钙化病变安全有效,操作简单,可作为重度钙化病变的治疗选择。

【关键词】 冲击波导管;冠状动脉钙化;经皮冠状动脉介入治疗;血管内超声

doi: 10.3969/j.issn.1673-6583.2023.06.016

随着我国老年人口的增加,冠状动脉钙化患者的比例不断上升。据报道,冠状动脉钙化在 40~49 岁人群中的发生率约为 50%,在 60~69 岁人群中的发生率达 80%^[1-2]。冠状动脉钙化病变是介入心脏病学领域中挑战和难点,为了解决这一问题,临床上出现了多种治疗技术,包括高压、耐高压、超高压非顺应性球囊扩张,双导丝、棘突、切割球囊扩张,冠脉旋磨术及准分子激光等。这些技术对于冠状动脉浅层钙化效果较好,但对于深层、偏心或者较厚的钙化,常会导致球囊不能充分扩张,且在球囊加压扩张时容易发生血管夹层。另外,置入支架时不易通过,出现支架脱载、变形、贴壁不良等现象,均会降低手术成功率,增加患者远期发生再狭窄的风险。近年美国 Shockwave Medical 公司基于泌尿系统的碎石理念开发了血管内震波碎石技术(IVL)^[3],不仅对浅层钙化有效,对深层钙化也有良好的治疗效果。

冲击波导管是冠状动脉内 IVL 专有的导管,可通过发射冲击波对重度钙化病变进行预处理,在球囊低压扩张时向病变提供未聚焦、圆周和脉冲式的机械能,选择性地击碎钙化沉积物,提高血管顺应性,使血管易于扩张,同时减少对血管软组

织的损伤。冲击波发生的原理是脉冲高压强电场可使生理盐水和造影剂的混合液蒸发汽化,在球囊内产生迅速膨胀和波裂的气泡,从而形成短暂爆发的声压波,声压波穿过冠状动脉组织,以约 50 atm (1 atm=101.325 kPa) 的有效压力冲击并破坏钙化。由于不同物质的声阻抗值也不同:软组织的声阻抗为 $1.6 \times 10^6 \text{ kg/mm}^2$,钙化沉积物的声阻抗为 $7.8 \times 10^6 \text{ kg/mm}^2$ 。在冲击波传导过程中,遇到声阻抗高的介质时便会产生碎石效应^[4]。本研究探讨 IVL 治疗冠状动脉重度钙化病变的效果及安全性。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择深圳市中医院心血管病科 2022 年 8 月至 10 月收治的 8 例冠状动脉重度钙化,男性 7 例,女性 1 例,平均年龄 (66.13 ± 11.59) 岁。术前均已完善手术相关检查并口服双重抗血小板药物,告知手术风险并签署知情同意书。

1.2 应用冠状动脉 IVL 的适应证与禁忌证

适应证:(1) 非顺应性球囊和切割/棘突球囊不能充分扩张的病变,以及腔内影像学提示钙化环 $> 180^\circ$ 、钙化长度 $> 5 \text{ mm}$ 和钙化厚度 $> 0.5 \text{ mm}$;(2) 机械旋磨术和准分子激光术失败后可选择冠状动脉血管内碎石术,这也表明此技术在冠状动脉

钙化病变治疗中的重要地位^[5]。

禁忌证与其他钙化病变处理类似,主要包括:(1)导丝或 IVL 球囊不能通过病变;(2)桥血管病变;(3)血栓性病变;(4)单一冠状动脉供血;(5)造影提示病变部位存在夹层^[6]。

1.3 操作步骤

根据中国经皮冠状动脉介入治疗(PCI)指南完成多体位造影后,在心脏搏动和不搏动时均可看到清晰高密度阴影(重度钙化),更换指引管,工作导丝,对该病变进行切割/高压扩张处理后,狭窄处扩张不良。虽然光学相干断层成像(OCT)具有成像速度快和分辨率高的优势,空间分辨率可高达 10~20 μm ,诊断钙化病变的敏感性为 96%,特异性为 97%,但是血管内超声(IVUS)诊断钙化病变的敏感性为 90%,特异性为 100%,可较好地判断钙化病变的位置和范围,被认为是评估冠状动脉钙化病变的金标准^[7]。根据患者及家属的意愿,8 例患者均选择行 IVUS 检查。

根据 IVUS 观察到的血管直径,选择大小与血管直径 1:1 匹配的冲击波导管,冲击波导管尾部连接三通管,用压力泵对冲击波球囊抽真空 3 次,保证冲击波导管内无空气。导管在常规工作导丝的辅助下到达钙化病变部位,通过压力泵将导管加压至 4 atm 以确保与血管壁紧密贴合。然后,按

下连接器电缆上的按钮,激活导管头端的碎石发射器,使其间歇性发放脉冲,每循环 10 次脉冲后,球囊可增大压力至 6 atm 以增加球囊的顺应性,从而通过评估球囊膨胀判断钙化病变的修饰效果^[8]。接下来,将球囊减压,对球囊膨胀不良的患者重复上述步骤,建议至少行 2 个循环来治疗靶病变。对于病变长的钙化,冲击波导管需要重新定位,并且重复上述步骤,一般 3~4 次循环时,需重新对冲击波导管抽真空,让导管里面气泡逸出。冲击波导管处理后,立即行 IVUS 检查,评估钙化有无断裂、管腔面积和有无夹层发生。最后置入支架,高压扩张后再次行 IVUS 检查,观察支架贴壁情况、支架两端有无夹层和支架内有无组织脱垂、支架膨胀情况等。

1.4 观察指标

观察患者冠状动脉造影后、行 IVUS 检查后的血管病变情况;冲击波导管预处理后,IVUS 检查血管钙化情况,以及置入支架情况。

2 结果

2.1 患者冠脉造影、IVUS 检查血管病变情况

根据患者在造影下重度钙化及 3 支血管病变情况,对血管进行预处理,对膨胀不良处血管行 IVUS 检查,测量血管的大小、钙化的长度和范围,为冲击波导管选择提供依据,各患者血管情况见表 1。

表1 8例患者冠状动脉造影及需IVL干预血管的钙化情况IVUS

序号	冠状动脉造影	IVL血管IVUS
1	LAD 80%~90%狭窄、LCX 90%狭窄、RCA粥样硬化	LAD 360° 钙化
2	LAD 70%狭窄、LCX 85%~95%狭窄、RCA 70%狭窄	LAD 360° 钙化
3	LAD 80%狭窄、LCX 80%~90%狭窄、RCA 30%狭窄	LAD 300° 钙化
4	LAD 90%狭窄、RCA 85%狭窄、LCX无异常	LAD 360° 钙化, RCA 280° 钙化
5	LAD 80%~90%狭窄、LCX闭塞、PD 90%狭窄	LCX 360° 钙化
6	LAD 60%狭窄、LCX 80%~90%狭窄、RCA 30%狭窄	LCX 360° 钙化
7	LAD 85%狭窄、LCX 90%狭窄、RCA无异常	LAD 360° 钙化
8	LAD 95%狭窄、LCX 50%~80%狭窄、RCA局限 80%	LAD 300° 钙化

注: LAD为左前降支; LCX为左回旋支; RCA为右冠状动脉; PD为后降支

2.2 治疗情况

患者经过 IVL 处理后,术后均行 IVUS 检查,发现血管钙化部位均有不同程度的断裂,特别是环形钙化均打断,4 例患者可见内膜夹层,患者均无不适。

8 例患者均顺利置入支架,术后复查 IVUS,支架贴壁良好,支架近端和远端无夹层,支架膨胀良好。以表 1 序号 1 的 77 岁女性患者为例,造影显示:左回旋支(LCX)管壁散在钙化影,中远端 90% 狭窄;左主干(LM)管壁可见钙化;左前降支

(LAD) 管壁可见弥漫性钙化影, 狭窄 80%~90% (见图 1A)。对 LCX 进行预扩处理后, 支架顺利置入。高压球囊 2.5 mm×15 mm 以 10 atm 扩张 LAD 病变, 造影见球囊不能完全扩张, 行 IVUS 检查, 示 360°钙化, 最少管腔面积为 3.67 mm² (见图 1D)。送入 3.0 mm×12 mm 冲击波导管, 以 4 atm 冲击钙化病变, 以 6 atm 扩张冲击波导管, 重

复 3 次 (见图 1B)。立即行 IVUS 检查可见环形钙化链断裂, 管腔面积为 5.11 mm² (见图 1E)。送入 2.5 mm×15.0 mm 高压球囊以 10 atm 扩张, 球囊完全扩张, 置入支架后再次扩张球囊, IVUS 检查可见支架贴壁良好, 支架两端无夹层, 管腔面积为 8.09 mm² (见图 1F)。IVUS 后血流偏慢, 冠状动脉注入替罗非班后, 血流恢复 (见图 1C)。

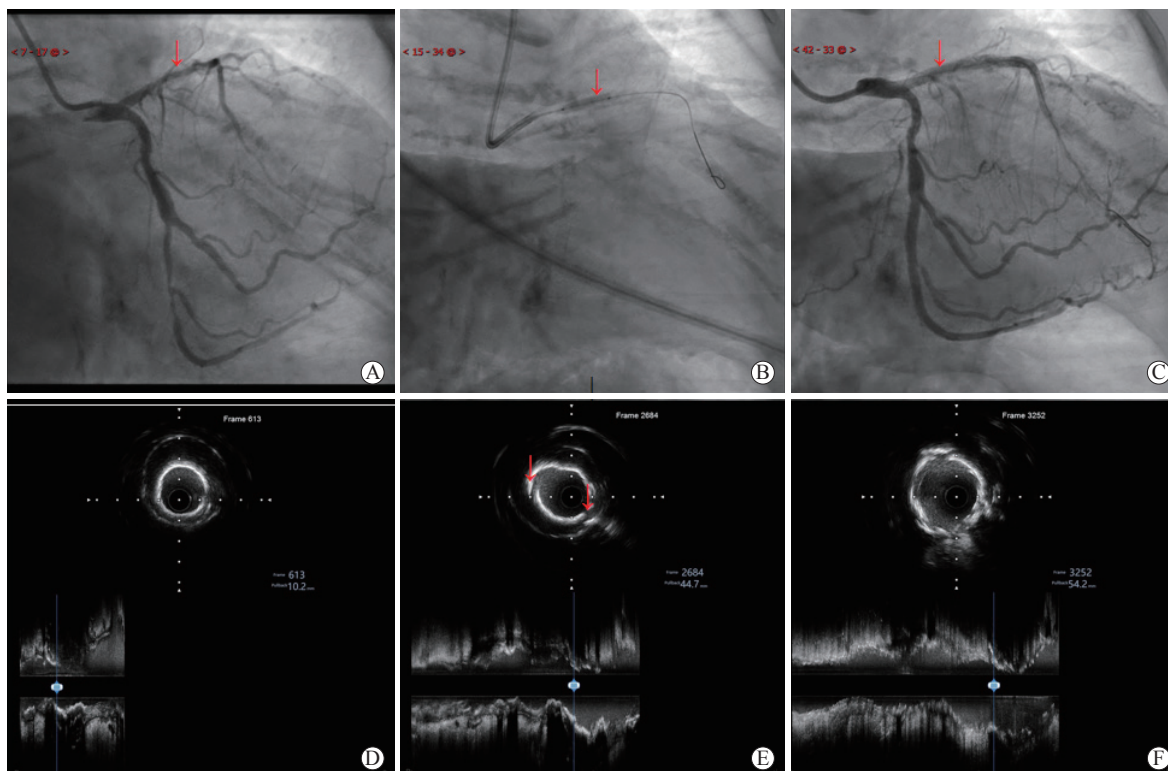


图1 患者术前及术后造影和IVUS图像

3 讨论

关于冠状动脉内 IVL 目前仅有小规模临床研究 and 病例报道。Disrupt CAD I 研究^[9]首次评估了 IVL 在临床上应用的安全性和有效性; Disrupt CAD II 研究^[10]使用 OCT 检查, 发现病变出现钙化断裂, 再次证实了 IVL 在冠状动脉严重钙化治疗中的有效性和安全性, 为临床应用奠定了基础。Disrupt CAD III 研究^[11]是样本量最大 ($n=392$) 的评价 IVL 治疗严重钙化病变安全性和有效性的前瞻性、单臂、多中心研究, 结果显示 IVL 治疗严重钙化病变手术成功率达 92.4%, 并且 92.2% 的患者 30 d 内无主要不良心血管事件 (MACE) 发生, 进一步证实对于严重钙化病变, IVL 能改善钙化血管的顺应性, 安全、有效地促进

支架的输送和扩张, 并发症少见。

有报道指出 IVUS 指导的 PCI 患者与单纯 PCI 患者在后续死亡、再发心肌梗死以及再次血运重建的发生风险均更低, 且在各个亚组中均一致地显示出 IVUS 的上述保护作用^[12]。另 1 项关于冠状动脉长病变行 PCI 的 IVUS-XPL 研究^[13]对患者进行了 5 年的长期随访, 结果显示使用 IVUS 指导的 PCI 患者术后 MACE 发生率和缺血驱动的靶病变再次血运重建的风险均更低。IVL 治疗严重钙化冠状动脉病变短期安全有效, 但仍需要长期随访的大型研究来评估证实^[14-15]。

冠状动脉 IVL 基于创新和独特的设计理念, 具有准备时间少、操作简单、创伤少、易于推广等优势^[16]。IVL 也有一定的局限性, 不能完全代替旋

磨,2 种技术相互结合才能为患者带来更多益处^[17]。理论上,冲击波会影响新置入支架主干聚合物的完整性和药物洗脱,但临床上在随访期间该影响未被观察到,冲击波对支架主干、聚合物完整性和药物洗脱等的影响仍不清楚^[18-19]。此外,术中冲击波发射过程中可见到心室夺获波、早搏,通常不需特殊处理,停止冲击波发射后可自行恢复。

随着腔内影像学精准冠状动脉介入观念的不断深入,冠状动脉 IVL 将成为治疗冠状动脉钙化病变的新选择。

参 考 文 献

- [1] 刘佳佳, 曹宇, 盛喆. 冠状动脉钙化的病理生理机制及钙化评估进展[J]. 临床心血管病杂志, 2020, 36(8):768-772.
- [2] 葛均波, 王伟民, 霍勇. 冠状动脉内旋磨术中国专家共识[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2017, 25(2):61-66.
- [3] Hill JM, Kereiakes DJ, Shlofmitz RA, et al. Intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary artery disease[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(22):2635-2646.
- [4] 赵刚, 葛均波. 新一代国产冠脉液电冲击波球囊导管应用于重度冠脉钙化病变的初步尝试[J]. 中国临床医学, 2022, 29(4):580-584.
- [5] Riley RF, Henry TD, Mahmud E, et al. SCAI position statement on optimal percutaneous coronary interventional therapy for complex coronary artery disease[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2020, 96(2):346-362.
- [6] 王伟民, 霍勇, 葛均波. 冠状动脉钙化病变诊治中国专家共识(2021版)[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2021, 29(5):251-259.
- [7] Parviz Y, Shlofmitz E, Fall KN, et al. Utility of intracoronary imaging in the cardiac catheterization laboratory: comprehensive evaluation with intravascular ultrasound and optical coherence tomography[J]. Br Med Bull, 2018, 125(1):79-90.
- [8] 马军伟, 王伟. 冠状动脉血管内碎石术研究进展[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(5):402-405.
- [9] Brinton TJ, Ali ZA, Hill JM, et al. Feasibility of shockwave coronary intravascular lithotripsy for the treatment of calcified coronary stenoses[J]. Circulation, 2019, 139(6):834-836.
- [10] Ali ZA, Nef H, Escaned J, et al. Safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary stenoses: the disrupt CAD II study[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2019, 12(10):e008434.
- [11] Kereiakes DJ, Hill JM, Ben-Yehuda O, et al. Evaluation of safety and efficacy of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary stenoses: design and rationale for the Disrupt CAD III trial[J]. Am Heart J, 2020, 225:10-18.
- [12] Mentias A, Sarrazin MV, Saad M, et al. Long-term outcomes of coronary stenting with and without use of intravascular ultrasound[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020, 13(16):1880-1890.
- [13] Hong SJ, Mintz GS, Ahn CM, et al. Effect of intravascular ultrasound-guided drug-eluting stent implantation: 5-year follow-up of the IVUS-XPL randomized trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020, 13(1):62-71.
- [14] Rola P, Włodarczak A, Kulczycki JJ, et al. Efficacy and safety of shockwave intravascular lithotripsy (S-IVL) in calcified unprotected left main percutaneous coronary intervention-short-term outcomes[J]. Postępy Kardiologii Interwencyjnej, 2021, 17(4):344-348.
- [15] Doost A, Marangou J, Mabote T, et al. Early Australian experience with intravascular lithotripsy treatment of severe calcific coronary stenosis: IVL in acute/chronic coronary syndromes[J]. AsiaIntervention, 2022, 8(1):42-49.
- [16] 田峰, 周珊珊, 陈艳明, 等. 应用Shockwave冲击波球囊治疗冠状动脉重度钙化病变1例[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2021, 29(8):477-478.
- [17] Azzalini L, Bellini B, Montorfano M, et al. Intravascular lithotripsy in chronic total occlusion percutaneous coronary intervention[J]. EuroIntervention, 2019, 15(11):e1025-e1026.
- [18] Wańha W, Tomaniak M, Wańczura P, et al. Intravascular lithotripsy for the treatment of stent underexpansion: the multicenter IVL-DRAGON registry[J]. J Clin Med, 2022, 11(7):1779.
- [19] Kassimis G, Didagelos M, Kouparanis A, et al. Intravascular ultrasound-guided coronary intravascular lithotripsy in the treatment of a severely under-expanded stent due to heavy underlying calcification. To re-stent or not?[J]. Kardiologia Pol, 2020, 78(4):346-347.

(收稿:2022-11-28 修回:2023-07-13)

(本文编辑:丁媛媛)