

- reperfusion in patients with acute myocardial infarction[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2007, 69(4):488-496.
- [21] Hibi K, Kozuma K, Sonoda S, et al. A randomized study of distal filter protection versus conventional treatment during percutaneous coronary intervention in patients with attenuated plaque identified by intravascular ultrasound[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018, 11(16):1545-1555.
- [22] 李群星, 尹德录. 急性心肌梗死低温治疗研究进展[J]. *心血管病学进展*, 2019, 40(2):264-267.
- [23] Erlinge D, Gotberg M, Noc M, et al. Therapeutic hypothermia for the treatment of acute myocardial infarction-combined analysis of the RAPID MI-ICE and the CHILL-MI trials[J]. *Ther Hypothermia Temp Manag*, 2015, 5(2):77-84.
- [24] Nichol G, Strickland W, Shaville D, et al. Prospective, multicenter, randomized, controlled pilot trial of peritoneal hypothermia in patients with ST-segment-elevation myocardial infarction[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2015, 8(3):e001965.
- [25] Dae M, O'Neill W, Grines C, et al. Effects of endovascular cooling on infarct size in ST-segment elevation myocardial infarction: a patient-level pooled analysis from randomized trials[J]. *J Interv Cardiol*, 2018, 31(3):269-276.
- [26] McGarvey M, Ali O, Iqbal MB, et al. A feasibility and safety study of intracoronary hemodilution during primary coronary angioplasty in order to reduce reperfusion injury in myocardial infarction[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 91(2):234-241.
- [27] Crea F, Bairey Merz CN, Beltrame JF, et al. Mechanisms and diagnostic evaluation of persistent or recurrent angina following percutaneous coronary revascularization[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(29):2455-2462.
- 收稿日期:2019-09-12

分支技术在冠状动脉慢性完全闭塞病变介入治疗中的应用

尹涛 陶凌 胡涛

(空军军医大学第一附属医院心血管内科, 陕西 西安 710032)

【摘要】 冠状动脉慢性完全闭塞病变仍是介入医生面临的一项重大挑战, 病变的入口处、体部或出口处如存在较大分支, 会一定程度增加开通难度, 影响最终的开通成功率、开通效率和开通质量, 必要的分支技术和合理器械的采用至关重要, 现对这一领域的进展做一概述。

【关键词】 冠状动脉慢性完全闭塞病变; 分支; 分叉; 经皮冠脉介入术

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2019.08.009

Application of Branching Techniques in Interventional Treatment of Coronary Chronic Total Occlusion

YIN Tao, TAO Ling, HU Tao

(Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Shaanxi 710032, Xi'an, China)

【Abstract】 Coronary chronic total occlusion (CTO) remains a major challenge for interventional doctors. If there is a large branch at the entrance, body or exit of the lesion, it will increase the difficulty of opening to some extent, and affect the success rate, efficacy and quality of opening. The adoption of necessary branching techniques and reasonable equipment is crucial. The progress in this area is outlined in this article.

【Key words】 Coronary chronic total occlusion; Side branch; Bifurcation; Percutaneous coronary intervention

慢性完全闭塞病变介入治疗 (chronic total occlusion-percutaneous coronary intervention, CTO-PCI) 可明显改善患者症状和生活质量, 甚至可降低主要心

血管不良事件发生率^[1-3], 国内外经皮冠脉介入术指南已将 CTO-PCI 列为 II a 类推荐^[4]。近年, CTO-PCI 的热度更是明显上升, 针对慢性完全闭塞病变

(chronic total occlusion, CTO) 的新技术和新器械不断涌现,使得一些顶级术者 CTO 的开通成功率达 90% 以上^[5]。但如果 CTO 的入口处、体部或是出口处存在分叉,会一定程度增加 CTO 的开通难度,影响 CTO 的开通成功率、开通效率和开通质量,并会增加冠状动脉穿孔、心包压塞等并发症的发生率^[6],而此类型的 CTO 大约占到 CTO 病变的 30%^[7];对于无明确残端 CTO 入口处的分叉,如果分支汇入主支非常自然,就很难发现 CTO 的入口,而且导丝极易滑入分支;对于 CTO 体部的分叉,有时导丝只能进入分支难以进入主支,有时从分支开口的内膜下进入主支远端,可能会造成分支的丢失;对于 CTO 出口处的分叉,正逆向操作时如果导丝不能从分叉处的真腔进入,也有可能造成分支的丢失,正向操作造成的分支丢失有时还需通过逆向来找回^[8],但有时并不具备逆向条件。研究表明,在 CTO-PCI 过程中不论哪种原因造成分支丢失,如果分支直径 > 1 mm,都会增加主要心血管不良事件的发生率^[9]。正向内膜下重回真腔 (antegrade dissection re-entry, ADR) 技术虽然能极大地提高 CTO 的开通效率^[10-12],但如果 CTO 节段内或出口处存在较大分支,仍是该技术的相对禁忌。对于上述 CTO 合并分叉病变中的一些困难,下述的一些辅助器械和技术可能会有一定帮助。

1 分支放置血管内超声引导无残端 CTO 导丝操作技术

导丝通过失败仍是 CTO-PCI 失败的主要原因,与 CTO 残端不确定、闭塞段扭曲、高度钙化、远端血管床条件不好等因素有关,其中闭塞残端不清占到 CTO 病例的 20% ~ 30%^[13],在 J-CTO 评分中闭塞残端不清单独占 1 分,预示了手术的难度,常用的应对策略包括术前冠状动脉 CT 血管造影 (computed tomography angiogram, CTA) 检查^[14],逆向、正向血管内超声 (intravascular ultrasound, IVUS) 引导^[15]。CTA 检查可能对血管走形、入口是否存在扭曲钙化有一定了解,但无法实时指引导丝操作,而 IVUS 就可实现这一点。

将 IVUS 导管放入分支,在 IVUS 导管回撤过程中就可发现 CTO 的入口以及斑块性质,但此时影像的解读需非常有经验的 IVUS 术者或技师。发现入口后往往需 IVUS 导管实时引导导丝穿刺,即把 IVUS 导管的传感器部分放置在能清楚显示 CTO 管腔入口的位置,然后结合造影图像进行导丝操作,导丝一旦刺入 CTO 残端,就需 IVUS 进一步评估导丝的位置,血管内还是血管外,靠近管壁还是靠近管腔中央,如果主分支血

管角度较小接近平行,导丝在行进的过程中特别是最初的几毫米,IVUS 可实时观察导丝位置^[16]。即使导丝一直在内膜下走形,后续跟进微导管后仍可利用平行导丝、ADR 或逆向内膜下重回真腔 (retrograde dissection re-entry, RDR) 技术进行后续操作^[10,17]。

利用分支血管实现 IVUS 引导需满足的条件是:(1)分支直径足够大可容纳 IVUS 导管,根据血管直径可针对性选择有护套或无护套的 IVUS 导管;(2)分支口部无严重狭窄或钙化;(3)如需进行实时引导,指引导管直径足够大可同时容纳 IVUS 导管和微导管。需要注意的是由于 IVUS 导管体积较大,在主分支角度较小时如进行实时引导可能会影响导丝及微导管的走形和操作。

Park 等^[18]评估了这一操作的可行性,共入选了 32 例无残端 CTO 病变,只有 1 例通过 IVUS 未找到 CTO 入口,此例 CTO 病变分支血管存在严重扭曲钙化,造成 IVUS 导管的无规则转动及信号衰减,可能导致了 CTO 入口的错失;有 4 例由于出现并发症或是血管钙化扭曲导丝通过失败,但无严重并发症出现;有 1 例球囊扩张后出现严重夹层和无复流,最终的开通成功率为 81%,证实了该技术操作的有效性和安全性^[18]。

Ryan 等^[19]对本中心利用 IVUS 开通无残端 CTO 的应用情况进行了观察性研究,入选了 22 例患者,17 例 (77%) 成功开通,前降支病变占 36.4%,回旋支病变占 31.8%,平均 J-CTO 评分 3.09 分,平均造影剂用量 378.7 mL,无严重不良事件 (死亡、冠状动脉搭桥、心肌梗死等) 发生,再次证实了分支放置 IVUS 导管引导在开通无残端 CTO 中的价值^[19]。

2 Side-BASE 技术

CTO 的近端纤维帽往往非常坚硬,BASE (balloon assisted subintimal entry) 技术^[20]的机理就是在 CTO 近端利用球囊扩张撕裂内膜,使导丝从内膜下区域进入从而绕开开口处的坚硬斑块,在闭塞段远端重回血管真腔。如果闭塞残端处存在分支,往往需对导丝进行大角度塑形,这会降低导丝头端的穿透力,进一步增加穿刺难度。利用传统的 BASE 技术可能会造成分支的丢失,因此出现了利用分支的 side-BASE 技术^[21]。具体的操作过程为:第一根导丝进入分支;利用与 CTO 近端血管直径 1:1 的球囊扩张 CTO 近端;在微导管辅助下进第二根导丝 (多聚物涂层) 到达 CTO 残端处;沿第一根导丝在分支开口处放置一个与分支直径

1:1 的球囊,保证球囊近端伸入主支一部分,球囊正常压力膨胀,此时球囊既可起到锚定作用又可阻挡第二根导丝穿刺 CTO 时滑入分支;操作第二根导丝形成 Knuckle 环顺势前推进入 CTO 内膜下区域,跟进微导管后续可利用平行导丝、ADR 或 RDR 技术^[21]。

3 双腔微导管辅助下的分支技术

双腔微导管作为一种常用的经皮冠脉介入术辅助器械,在分叉、CTO 等复杂病变的介入手术中发挥着多样化的作用^[22],在 CTO 分支技术中的应用主要包括以下几种。

3.1 正向操作 CTO 近端存在分支

双腔微导管沿分支导丝放置,使侧孔对齐 CTO 残端处,通过双腔微导管的 OTW (over-the-wire) 腔送入 CTO 导丝,进行 CTO-PCI 正向导丝操作,此种操作可对 CTO 导丝进行特殊塑形,且导丝可得到足够的支撑力,另外 CTO 导丝可免于在 CTO 近端血管内多次穿行,较为安全^[23]。

3.2 CTO 体部存在分支

CTO 导丝通过后,利用微导管交换为工作导丝,撤出微导管,进行小球囊的扩张,送入双腔微导管到达分支开口处,利用双腔微导管的 OTW 腔操作导丝进入分支,进而进行后续的介入操作^[24]。

3.3 CTO 远端靠近间隔支开口

逆向开通 CTO 时,如果 CTO 远端靠近间隔支开口,在完成导丝体外化后,可正向沿体外化导丝送入双腔微导管,使侧孔朝向 CTO 血管的远端,然后通过双腔微导管的 OTW 腔送入工作导丝到达 CTO 血管远端,此时可撤出 3 m 导丝及逆向系统,沿置入的工作导丝进行后续操作^[6]。

3.4 CTO 出口处存在分支

先将一根软导丝通过逆向侧支到达 CTO 远端,然后进入紧邻 CTO 远端的分支,将双腔微导管沿导丝通过侧支循环,使侧孔朝向 CTO 病变,进而通过双腔微导管的 OTW 腔送入 CTO 导丝进行逆向 CTO-PCI 操作,该操作要求外径非常小的双腔微导管(如 nHancer RX),常规的双腔微导管是难以通过侧支循环的^[6]。

4 Micro-snare 辅助下的分支技术

有时逆向导丝通过 CTO 节段后由于角度问题只能进入 CTO 近端的分支,无法沿主支方向继续上行,而正向导丝可进入这一分支,或是逆向导丝在 CTO 体部走形一段后进入体部的一个分支无法穿透主支方向的纤维帽,而正向导丝也能进入这一分支,但无法

穿透主支方向的纤维帽,这两种情况下 Micro-snare 可能会提供一定帮助,可沿正向导丝送入 Micro-snare 抓住逆向导丝进入正向指引导管,然后再进行后续的介入操作^[25]。

5 Stingray 球囊辅助下的分支技术

在利用 Bridge-Point 系统进行 ADR 操作时,有时导丝在分支血管开口的远端才回到真腔,而如果分支直径较大不能丢失,此时需利用双腔微导管等器械辅助分支导丝进入,但如果仍不能让另一根导丝进入分支的真腔,这时就可在分支再利用 Stingray 球囊进行一次 ADR 操作^[26]。但该方法存在一定的局限性^[26]: (1)反复的 ADR 操作有可能造成血肿增大,压缩远端真腔,一旦发生可利用 STRAW 技术抽吸^[27]; (2)两次的内膜下重入真腔不一定都能实现,特别是病变长伴扭曲的血管; (3)通常需 Crush 等双支架术式,会延长手术时间,增加造影剂用量,也会增加支架内血栓和远期支架内再狭窄的概率; (4)需 ADR 经验丰富的术者,要多次进行 stick-and-swap 操作,甚至采用盲法 stick-and-swap 技术^[28]; (5)需使用 IVUS,一方面确认导丝远端在血管真腔,另一方面要确认两根内膜下的导丝在同一个假腔; (6)支架前最好进行球囊对吻扩张,将内膜片充分撕开,以利于后续的支架置入和分支开口的开放。

总之,CTO 合并分叉会明显增加 CTO 的难度,上述技术在这类 CTO-PCI 中可能会有一定作用,实际操作中可能会单一或联合使用,目的就是要保证无残端 CTO 导丝正向穿刺成功 and 分支的尽可能保留,以期提高 CTO 开通的成功率和开通质量。

参考文献

- [1] 苏波. 支架在冠状动脉慢性完全闭塞病变的应用进展[J]. 心血管病学进展, 2018, 39(6): 1024-1028.
- [2] Werner GS, Martin-Yuste V, Hildick-Smith D, et al. A randomized multicentre trial to compare revascularization with optimal medical therapy for the treatment of chronic total coronary occlusions [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(26): 2484-2493.
- [3] Tomasello SD, Boukhris M, Giubilato S, et al. Management strategies in patients affected by chronic total occlusions: results from the Italian Registry of Chronic Total Occlusions [J]. *Eur Heart J*, 2015, 36(45): 3189-3198.
- [4] Galassi AR, Brilakis ES, Boukhris M, et al. Appropriateness of percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusions: an overview [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(35): 2692-2700.
- [5] Gulker JE, Bansemir L, Klues HG, et al. Chronic total coronary occlusion recanalization: current techniques and new devices [J]. *J Saudi Heart Assoc*, 2017, 29(2): 110-115.

- [6] Galassi AR, Boukhris M, Tomasello SD, et al. Incidence, treatment, and in-hospital outcome of bifurcation lesions in patients undergoing percutaneous coronary interventions for chronic total occlusions [J]. *Coron Artery Dis*, 2015, 26(2): 142-149.
- [7] Ojeda S, Pan M, Gutierrez A, et al. Bifurcation lesions involved in the recanalization process of coronary chronic total occlusions; incidence, treatment and clinical implications [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 230: 432-438.
- [8] Kotsia A, Christopoulos G, Brilakis ES. Use of the retrograde approach for preserving the distal bifurcation after antegrade crossing of a right coronary artery chronic total occlusion [J]. *J Invasive Cardiol*, 2014, 26(4): E48-E49.
- [9] Nguyen-Trong PK, Rangan BV, Karatasakis A, et al. Predictors and outcomes of side-branch occlusion in coronary chronic total occlusion interventions [J]. *J Invasive Cardiol*, 2016, 28(4): 168-173.
- [10] Maeremans J, Dens J, Spratt JC, et al. Antegrade dissection and reentry as part of the hybrid chronic total occlusion revascularization strategy: a subanalysis of the RECHARGE Registry (Registry of CrossBoss and Hybrid Procedures in France, the Netherlands, Belgium and United Kingdom) [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2017, 10(6): pii: e004791.
- [11] Azzalini L, Dautov R, Brilakis ES, et al. Procedural and longer-term outcomes of wire- versus device-based antegrade dissection and re-entry techniques for the percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusions [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 231: 78-83.
- [12] Danek BA, Karatasakis A, Karpaliotis D, et al. Use of antegrade dissection re-entry in coronary chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in a contemporary multicenter registry [J]. *Int J Cardiol*, 2016, 214: 428-437.
- [13] Karatasakis A, Danek BA, Karpaliotis D, et al. Impact of proximal cap ambiguity on outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: Insights From a Multicenter US Registry [J]. *J Invasive Cardiol*, 2016, 28(10): 391-396.
- [14] Werner GS, Hecht H, Stone GW. Utility of CT angiography to guide coronary intervention of CTO [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2015, 8(7): 814-816.
- [15] Harding SA, Wu EB, Lo S, et al. A new algorithm for crossing chronic total occlusions from the Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(21): 2135-2143.
- [16] Galassi AR, Sumitsuji S, Boukhris M, et al. Utility of intravascular ultrasound in percutaneous revascularization of chronic total occlusions: an overview [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(19): 1979-1991.
- [17] Matsuno S, Tsuchikane E, Harding SA, et al. Overview and proposed terminology for the reverse controlled antegrade and retrograde tracking (reverse CART) techniques [J]. *EuroIntervention*, 2018, 14(1): 94-101.
- [18] Park Y, Park HS, Jang GL, et al. Intravascular ultrasound guided recanalization of stumpless chronic total occlusion [J]. *Int J Cardiol*, 2011, 148(2): 174-178.
- [19] Ryan N, Gonzalo N, Dingli P, et al. Intravascular ultrasound guidance of percutaneous coronary intervention in ostial chronic total occlusions: a description of the technique and procedural results [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(6): 807-813.
- [20] Vo MN, Karpaliotis D, Brilakis ES. "Move the cap" technique for ambiguous or impenetrable proximal cap of coronary total occlusion [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2016, 87(4): 742-748.
- [21] Roy J, Hill J, Spratt JC. The "side-BASE technique": combined side branch anchor balloon and balloon assisted sub-intimal entry to resolve ambiguous proximal cap chronic total occlusions [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 92(1): E15-E19.
- [22] Oreglia JA, Garbo R, Gagnor A, et al. Dual lumen microcatheters for complex percutaneous coronary interventions [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2018, 19(3 Pt A): 298-305.
- [23] Sianos G, Werner GS, Galassi AR, et al. Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club [J]. *EuroIntervention*, 2012, 8(1): 139-145.
- [24] Nakazawa G, Yazdani SK, Finn AV, et al. Pathological findings at bifurcation lesions; the impact of flow distribution on atherosclerosis and arterial healing after stent implantation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(16): 1679-1687.
- [25] Nombela-Franco L, Werner GS. Retrograde recanalization of a chronic ostial occlusion of the left anterior descending artery: how to manage extreme takeoff angles [J]. *J Invasive Cardiol*, 2010, 22(1): E7-E12.
- [26] Tajti P, Doshi D, Karpaliotis D, et al. The "double stingray technique" for recanalizing chronic total occlusions with bifurcation at the distal cap [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 91(6): 1079-1083.
- [27] Smith EJ, di Mario C, Spratt JC, et al. Subintimal TRANscatheter Withdrawal (STRAW) of hematomas compressing the distal true lumen: a novel technique to facilitate distal reentry during recanalization of chronic total occlusion (CTO) [J]. *J Invasive Cardiol*, 2015, 27(1): E1-E4.
- [28] Christopoulos G, Kotsia AP, Brilakis ES. The double-blind stick-and-swap technique for true lumen reentry after subintimal crossing of coronary chronic total occlusions [J]. *J Invasive Cardiol*, 2015, 27(9): E199-E202.

收稿日期: 2019-04-10