

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.003170

正向夹层再次进入技术在冠状动脉慢性闭塞病变中的应用

吴向军¹, 张 丹², 刘海涛¹, 李 帅³, 付 超¹, 刘吉园¹, 崔家玉¹

(1. 山东第一医科大学附属滨州市人民医院心内科, 滨州 256600; 2. 山东第一医科大学附属邹平市人民医院心内科, 邹平 256200; 3. 南昌大学第二附属医院心内科, 南昌 330000)

【摘要】目的:探讨 ADR 技术在经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)开通冠状动脉慢性完全闭塞(chronic total occlusion, CTO)应用的有效性与安全性。**方法:**选取 2017 年 1 月至 2018 年 12 月在滨州市人民医院和南昌大学第二附属医院行 PCI 的 CTO 病变中未使用正向夹层再次进入(antegrade dissection re-entry, ADR)技术的 48 例患者(对照组)和使用 ADR 技术的 50 例患者(治疗组)为研究对象。比较 2 组患者的基线情况、冠状动脉造影结果、PCI 成功率和随访 12 个月的主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)。**结果:**对照组共有 52 处 CTO 病变, 治疗组共有 58 处 CTO 病变。治疗组 PCI 成功率明显高于对照组(89.7% vs. 71.2%, $P=0.047$), 其中 6 例支架内再狭窄型 CTO(in-stent restenosis, ISR-CTO)病变全部开通, 治疗组平均 PCI 时间[(71 ± 25) min vs. (95 ± 33) min, $P=0.041$], X 线曝光时间[(42 ± 17) min vs. (71 ± 22) min, $P=0.032$], 对比剂使用剂量[(98 ± 26) mL vs. (178 ± 63) mL, $P=0.029$]明显低于对照组, 差异均有统计学意义。治疗组随访 12 个月 MACE 发生率(22.0% vs. 41.7%, $P=0.046$)及再发心肌梗死发生率(10.0% vs. 27.1%, $P=0.047$)明显低于对照组, 差异有统计学意义。**结论:**冠状动脉 CTO 病变 PCI 时, 应用 ADR 技术安全、有效, 缩短了手术时间, 降低了医患的辐射剂量及对比剂的使用剂量, 改善了患者预后。

【关键词】冠状动脉慢性完全闭塞病变; Crossboss; 正向夹层再次进入技术**【中图分类号】**R541.4**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2021-12-11

Clinical analysis of antegrade dissection re-entry technique for coronary chronic occlusion lesion

Wu Xiangjun¹, Zhang Dan², Liu Haitao¹, Li Shuai³, Fu Chao¹, Liu Jiyuan¹, Cui Jiayu¹

(1. Department of Cardiology, Binzhou People's Hospital, Affiliated to Shandong First Medical University;

2. Department of Cardiology, Zouping People's Hospital, Affiliated to Shandong First Medical University;

3. Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Nanchang University)

【Abstract】Objective: To investigate the efficacy and safety of antegrade dissection re-entry (ADR) technique in percutaneous coronary intervention (PCI) in coronary chronic total occlusion (CTO) lesions. **Methods:** A total of 98 patients with CTO who received PCI treatment in Binzhou People's Hospital and The Second Affiliated Hospital of Nanchang University from January 2017 and December 2018 were included in the study. Among them, 48 patients were given traditional PCI treatment without ADR technique (control group) and 50 patients were treated with ADR technique (treatment group). The baseline conditions, coronary angiography results, PCI success rate, and major adverse cardiovascular events (MACE) for 12 months of follow-up were compared between the two groups. **Results:** There were 52 CTO lesions in 48 patients in the control group and 58 ones in 50 patients in the treatment group. The success rate of PCI in the treatment group was significantly higher than that in the control group (89.7% vs. 71.2%, $P=0.047$), in which, 6 cases of CTO due to in-stent restenosis (ISR-CTO) in treatment group were all open. The mean PCI time [(71 ± 25) min vs. (95 ± 33) min, $P=0.041$], X-ray exposure time [(42 ± 17) min vs. (71 ± 22) min, $P=0.032$] and contrast dose [(98 ± 26) mL vs. (178 ± 63) mL, $P=0.029$] in the treatment group were significantly lower than those in the control group, and all the differences were statistically significant. The incidence of MACE (22.0% vs. 41.7%, $P=0.046$) and recurrent myocardial infarction (10.0% vs. 27.1%, $P=0.047$) after 12 months of follow-up were significantly lower in the treatment group than in the control group, and the differences were statistically significant. **Conclusion:** The application of ADR in coronary CTO lesion PCI is safe and effective, which shortens the operation time,

reduces the radiation dose and contrast dose of doctors and patients, and improves the prognosis of patients.

【Key words】coronary chronic total occlusion; Crossboss; antegrade dissection re-entry

作者介绍: 吴向军, Email: zpzd120@163.com,

研究方向: 冠心病的介入性诊断与治疗。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20230220.0906.006.html>
(2023-02-21)

冠状动脉慢性完全闭塞(chronic total occlusion, CTO)定义为闭塞时间大于3个月,且闭塞段血管前向血流TIMI0级,如果存在同侧桥侧支或侧支血管,尽管远端血管TIMI血流>0级,也属于CTO范畴^[1]。其病变特点为冠状动脉内斑块负荷严重,硬度增加,造成导丝不能穿透闭塞段近端纤维帽或导丝常常进入血管内膜下,不能重新回到远端血管真腔,而使经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)失败,被称为PCI诊疗中最后未被完全攻克的堡垒之一^[2]。正向夹层再次进入(antegrade dissection re-entry, ADR)技术专用系统BridgePoint Medical System(Crossboss 穿透管、Stingray™球囊及后来的Stingray LP球囊、Stingray 穿刺导丝)是专为CTO设计,在FAST-CTO试验^[3]中已被证实其手术成功率明显高于传统介入手术方式,已成为PCI治疗CTO的新方案。目前,该系统在国内应用较少,缺乏在CTO中应用的有效数据。本文通过分析50例患者应用ADR的资料,探讨其应用于CTO病变中的安全性和有效性。

1 对象与方法

1.1 研究对象

收集2017年1月至2018年12月在滨州市人民医院和南昌大学第二附属医院行PCI的CTO中使用直接ADR技术的50例患者(治疗组)和未使用ADR技术的48例患者(对照组)为研究对象。

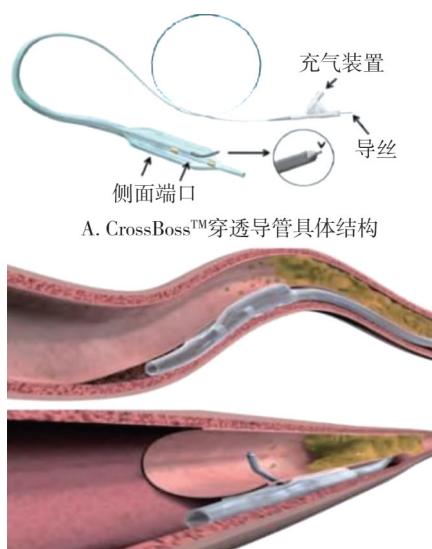
1.2 入选标准与直接ADR技术成功标准^[4]

入选标准:≥1支血管完全闭塞;闭塞血管直径≥2.5 mm;

支架内CTO病变;闭塞段以远端血管无严重弥漫性病变且着陆区未累及较大分支血管;闭塞段血管长度>20 mm。直接ADR技术成功标准:导引导丝通过闭塞段进入到远端血管真腔。

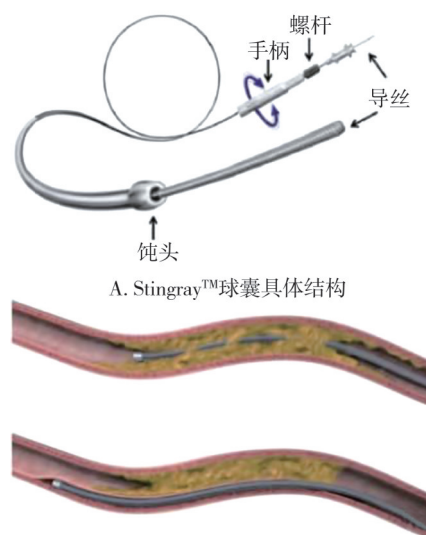
1.3 ADR 操作方法

应用导引导丝将Crossboss 穿透导管(外径为6F,钝性头端,直径3 F,该设计允许术者利用其尾部的“Fast-spin”扭控装置,由螺杆和手柄组成,其中心腔可套入导丝,沿导丝送到病变部位,快速旋转进行正向夹层分离,穿过闭塞段到达相对正常血管。见图1A)推至CTO病变近端,头端顶住近端纤维帽,利用其尾部的“Fast-spin”扭控装置快速旋转进行正向夹层分离,穿过闭塞段到达相对正常血管,退出Crossboss 穿透导管,保留导丝,2 mL螺纹注射器负压吸引Stingray™球囊(直径1 mm的扁平球囊,有3个端口与普通内腔相通。远端端口用于推进气囊到位。其他2个端口,一个近端和一个远端,相对180°,当球囊扩张时,必有指向真腔的管孔和与之呈180°对称的背离真腔的背面管孔,术者可通过2个不透光的标记带实现精准定位。见图2A)3次,从侧孔排出空气,纯造影剂负压吸入Stingray™球囊中,沿导丝输送Stingray™球囊,撤出导丝,用对比剂6 atm(1 atm=101.325 kPa)压力充盈球囊,Stingray™球囊就可以在内膜下充盈并环抱住血管,Stingray™球囊上有2个呈180°相反方向的出口,充盈时其中之一会指向血管真腔,这时不同体位下透视,待Stingray™球囊成“单轨征”时,利用Stingray 穿刺导丝(头端有一个长度为0.18 mm的探针,头端预塑形角度仅为28°,穿透血管内膜后,可以通过该探针使导引钢丝重新进入血管真腔,见图2B)(或Conquest Pro导丝)穿透血管内膜,至少2个体位下对侧造影证实导丝位于血管真腔内,抽瘪Stingray™球囊, trapping退出,微导管扩张,交换工作导丝至远端真腔,完成后续PCI操作。手术过程详见图3。



B. CrossBoss™ 导管可以通过血管腔和内膜下通道2种方式打通慢性完全闭塞病变

图1 CrossBoss™ 穿透导管结构图



B. Stingray™ 导丝具体结构和进入血管真腔过程

图2 Stingray™ 球囊结构图

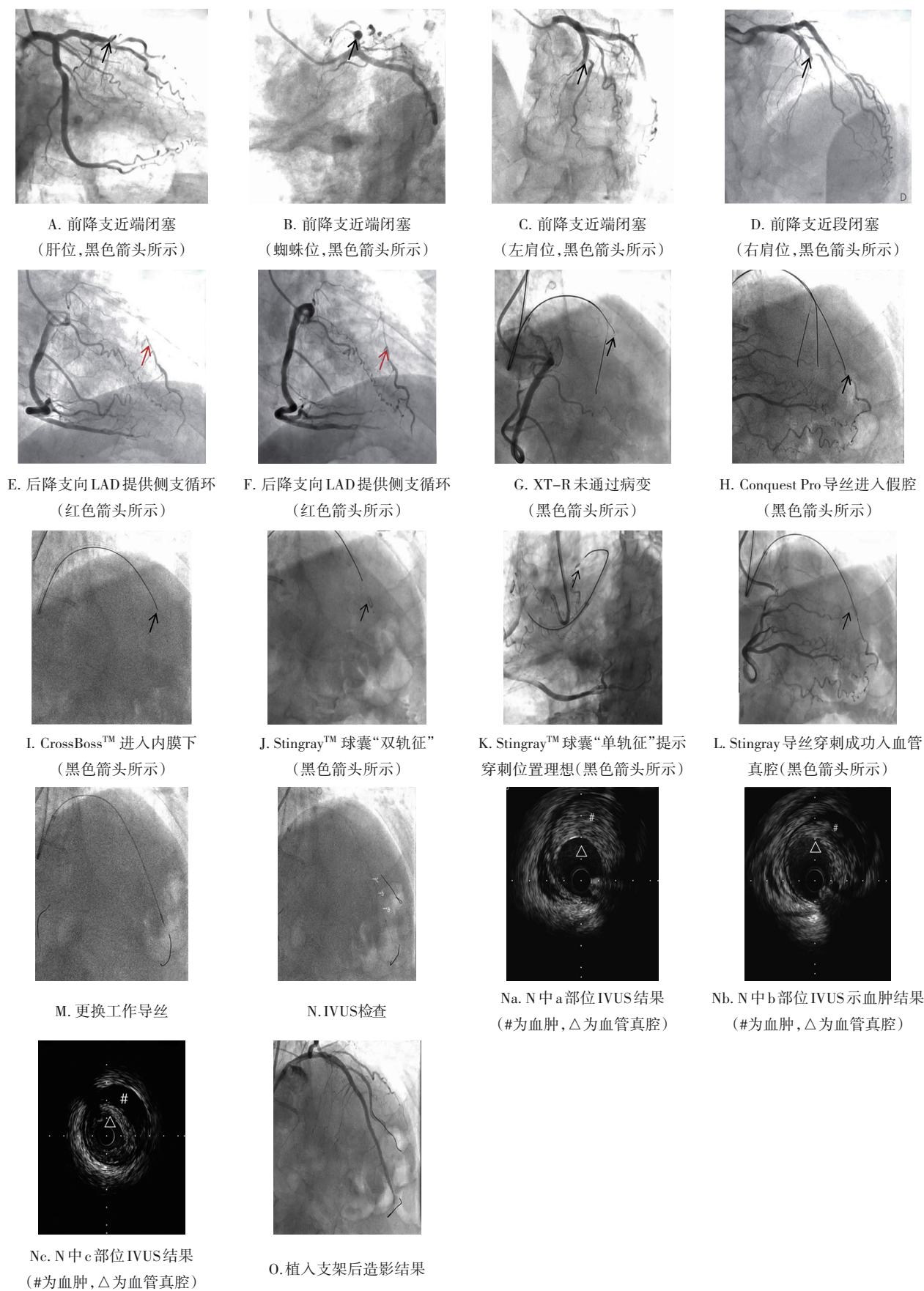


图3 ADR手术过程

1.4 随诊

术后所有患者进行门诊或电话定期随诊,随诊终点为主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE),包括死亡、再发心绞痛和心肌梗死、靶血管再次重建及支架内血栓形成等。

1.5 统计学处理

所有数据采用SPSS 19.0软件进行统计分析。正态分布的计量资料用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验或 u 检验;非正态分布的计量资料使用 $M_d(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用非秩和检验;计数资料用百分比表示,组间比较采用卡方检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 2组患者基线资料情况比较

2组患者年龄、性别、危险因素、高血压、高血脂、疾病史等比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),见表1。

2.2 2组患者CTO病变特征与PCI成功率比较

根据冠状动脉造影的结果,记录CTO病变的特征,并计算J-CTO评分。J-CTO评分包括CTO病变近端纤维帽不清晰(齐头闭塞)、CTO病变内存在严重迂曲、CTO病变血管长度 >20 mm、CTO病变内存在严重钙化及以往曾尝试过的病变共5项指标,每项指标1分,共计5分。对照组患者的J-CTO评分平均为 (2.5 ± 1.6) 分,治疗组患者的J-CTO评分平

均为 (2.4 ± 1.2) 分,差异无统计学意义($P>0.05$)。J-CTO评分各分值段2组对比,差异无统计学意义($P>0.05$)。2组患者CTO病变血管特征比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗组PCI成功率明显高于对照组(89.7% vs. 71.2%),差异有统计学意义($P=0.047$)。治疗组平均PCI时间 $[(71 \pm 25) \text{ min vs. } (95 \pm 33) \text{ min}, P=0.041]$ 、X线曝光时间 $[(42 \pm 17) \text{ min vs. } (71 \pm 22) \text{ min}, P=0.032]$ 、对比剂使用剂量 $[(98 \pm 26) \text{ mL vs. } (178 \pm 63) \text{ mL}, P=0.029]$ 明显低于对照组,差异有统计学意义(表2)。

表1 2组患者基线资料($\bar{x} \pm s; n, \%$)

项目	对照组($n=48$)	治疗组($n=50$)	P 值
年龄/岁	54.9 ± 8.93	56.7 ± 9.98	NS
男性	32(66.7)	35(70.0)	NS
吸烟史	23(47.9)	25(50.0)	NS
高血压	30(62.5)	32(64.0)	NS
高脂血症	20(41.7)	21(42.0)	NS
脑卒中	2(4.2)	2(4.0)	NS
早发冠心病家族史	2(4.2)	3(6.0)	NS
心肌梗死病史	13(27.1)	14(28.0)	NS
心绞痛病史	28(58.3)	30(60.0)	NS
心力衰竭史	3(6.25)	4(8.0)	NS
PCI史	7(14.6)	8(16.0)	NS
PCI治疗CTO病变失败	4(8.33)	5(10.0)	NS
冠状动脉旁路移植术史	1(2.1)	1(2.0)	NS

表2 2组患者CTO病变特征与PCI成功率比较($\bar{x} \pm s; n, \%$)

项目	对照组($n=48$)		治疗组($n=50$)		χ^2 值	P 值
	发生率(52处)	技术成功(37处)	发生率(58处)	技术成功(52处)		
J-CTO评分/分	2.5 ± 1.6		2.4 ± 1.2			NS
J-CTO评分						
0分	5(10.4)		6(12.0)		4.335	NS
1分	12(25.0)		12(24.0)		4.876	NS
2分	24(50.0)		24(48.0)		4.775	NS
≥ 3 分	7(14.6)		8(16.0)		4.447	NS
CTO靶血管						
左前降支	22(42.3)	15(68.2)	24(41.2)	20(83.3)	3.987	0.047
回旋支	7(13.5)	5(71.4)	8(13.8)	8(100)	5.175	0.031
右冠状动脉	23(44.2)	17(73.9)	26(44.8)	24(92.3)	4.981	0.039
CTO病变血管特征						
中度或重度迂曲	3(5.8)	1(33.3)	4(6.9)	1(25.0)	0.637	NS
中度或重度钙化	3(5.8)	1(33.3)	2(3.4)	1(50.0)	2.317	NS
侧支循环						
对侧侧支循环供血	10(19.2)	5(50.0)	11(19.0)	9(81.8)	6.117	0.011
同侧侧支循环供血	5(9.6)	2(40.0)	9(15.5)	8(88.9)	6.846	0.009
同侧和对侧均有侧支供血	8(15.4)	5(62.5)	10(17.2)	10(100)	6.481	0.007
闭塞端解剖形态						
锥形断端	12(23.1)	8(66.7)	14(24.1)	13(92.9)	6.347	0.006
齐头闭塞	11(21.2)	8(72.7)	15(25.9)	13(86.7)	3.168	0.049
其他形状	29(55.8)	21(72.4)	29(50.0)	26(89.7)	3.281	0.049
平均PCI时间/min	107 ± 38	95 ± 33	85 ± 31	71 ± 25	1.997	0.041
X线曝光时间/min	77 ± 25	71 ± 22	61 ± 19	42 ± 17	2.231	0.032
对比剂使用剂量/mL	223 ± 69	178 ± 63	117 ± 31	98 ± 26	4.127	0.029
支架内CTO病变	4(7.7)	1(25.0)	6(10.3)	6(100)	6.014	0.006
PCI成功率	37(71.2)		52(89.7)		3.894	0.047

注:NS: $P>0.05$;手术时间定义为指引导管到达冠状动脉口部至手术结束离开冠状动脉口部的时间

2.3 2组患者随访12个月的MACE结果比较

住院期间、出院30 d及6个月2组患者MACE发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗组随访12个月MACE发生率(22.0% vs. 41.7%, $P=0.046$)及再发心肌梗死发生率(10.0% vs. 27.1%, $P=0.047$)明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。对照组1例患者出现冠状动脉穿孔并发心包填塞,行紧急心包穿刺,1例患者出现支架内血栓形成,行急诊PCI。治疗组1例患者出现冠状动脉穿孔并发心包填塞,行紧急心包穿刺,1例患者出现支架内血栓形成,行急诊PCI(表3)。

表3 2组患者随访12个月的MACE结果比较(n, %)

项目	对照组 (n=48)	治疗组 (n=50)	P值
住院期间MACE	2(4.17)	2(4.00)	NS
围手术期PCI相关心肌梗死	1(2.08)	1(2.00)	NS
再次血运重建	1(2.08)	1(2.00)	NS
心源性死亡	0(0.00)	0(0.00)	-
30 d随访MACE	4(8.30)	2(4.00)	NS
再发心肌梗死	2(4.17)	2(4.00)	NS
再次血运重建	2(4.17)	1(2.00)	NS
心源性死亡	0(0.00)	0(0.00)	-
6个月随访MACE	8(16.70)	7(14.00)	NS
再发心肌梗死	3(6.25)	3(6.00)	NS
再次血运重建	3(6.25)	3(6.00)	NS
心源性死亡	2(4.17)	1(2.00)	0
12个月随访MACE	20(41.70)	11(22.00)	0.046
再发心肌梗死	13(27.10)	5(10.00)	0.047
再次血运重建	4(8.30)	4(8.00)	NS
心源性死亡	3(6.25)	2(4.00)	NS
急性心包穿刺	1(2.08)	1(2.00)	NS
支架内血栓形成	1(2.08)	1(2.00)	NS
冠状动脉穿孔	1(2.08)	1(2.00)	NS

3 讨论

目前,CTO的开通技术主要有3大类:正向导引钢丝升级技术、逆向导引钢丝升级技术及ADR技术,其中逆向导引钢丝升级技术包括逆向导引钢丝通过技术、正逆向导引钢丝对吻技术、控制性正向和逆向内膜下寻径(controlled antegrade and retrograde subintimal tracking, CART)技术、反向CART技术。美国CTO病变介入治疗中35%~40%的患者接受正向导引钢丝升级技术,约20%的患者接受逆向导引钢丝升级技术,30%的患者接受ADR技术治疗^[5]。新技术的应用将CTOPCI水平推上了更高层次^[6],而我国ADR技术使用有限,需要在更多的介入实践中积累临床经验。

ADR技术是指对CTO病变进行正向介入治疗时,导引钢丝无法通过闭塞病变进入远端血管真腔,采用CTO专用系统BridgePoint Medical System

操控导引钢丝通过血管内膜下重新进入远端血管真腔的治疗过程。部分病例可在IVUS指导下,操控导引钢丝由假腔进入真腔。实际上,ADR技术是对早期内膜下寻径及再进入(subintimal tracking and reentry, STAR)技术的改良。STAR技术是指用导引钢丝将血管内膜撕裂出缝隙(包括Knuckle技术),操控导引钢丝由内膜下重新穿出进入血管真腔中。STAR技术的缺点是导引钢丝可控性差,同时造成的血管内膜下血肿能损伤血管远端分支^[7],导致重回真腔失败。但如果闭塞远端血管迂曲、钙化和有较大分支时,应避免使用ADR技术,因为该技术可降低Crossboss穿通导管的前向推送力和穿透力,Crossboss穿通导管造成的内膜下假腔,压迫远端血管真腔,造成导引钢丝无法重回真腔。

采用ADR技术开通CTO病变的Meta分析显示,开通CTO病变的成功率可达77%,且不增加手术并发症风险^[5]。FAST-CTO研究^[3]显示,ADR技术成功率明显高于标准PCI组(77% vs. 59%, $P<0.001$),且30 d MACE(再发心肌梗死、再次血运重建、心源性死亡)发生率相似(4.8% vs. 6.9%, $P=0.400$)。Mogabgab O等^[8]对170例CTO病变患者ADR术后进行长期随访,平均随访1.81年,结果显示靶血管重建率(40.9% vs. 29.6%, $P=0.130$)、主要临床不良事件发生率(40.3% vs. 35.2%, $P=0.420$)与标准PCI组比较无统计学差异,显示出ADR技术应用于CTO病变具备良好的安全性。

本研究中50例患者的58处CTO病变应用了ADR技术,PCI成功率(89.7% vs. 71.2%, $P=0.047$)明显高于对照组,极大地提高了CTO病变的正向开通成功率。同时减少PCI时间、X线曝光时间、对比剂使用剂量,降低对比剂肾病的发生风险。本研究结果显示,使用ADR技术可改善患者术后12个月预后,减少MACE的发生,较传统的手术方法有一定的优势。

Crossboss穿通导管头端外径1 mm,为无创钝圆形结构,这种头端设计能够使它避免走行于支架钢梁和血管壁之间。Wilson WM等^[9]采用ADR技术治疗30例支架内再狭窄型CTO病变(CTO due to in-stent restenosis, ISR-CTO),成功率为90%。本研究中6例ISR-CTO病变全部开通,显示出对ISR-CTO病变治疗具有独特优势。

目前国内缺乏大规模使用ADR技术的经验,一些大的心脏介入中心需借鉴欧美国家的技术方法。欧美国家ADR技术流程为^[10]:①基础双侧冠状动脉造影;②Crossboss穿通导管或Knuckle-boss技术通过CTO病变节段到达血管真腔内膜下;③Miracle导引钢丝导入Stingray™球囊;④寻找使Stingray™球囊呈“单轨征”的切线位置,逆向冠状动脉造影明确血管真腔方向,Stingray导丝穿刺入真腔,交换Pilot200

导引钢丝进入真腔以远;⑤通过 Corsair 微导管交换 Stingray 导丝为工作导丝,完成后续常规 PCI。此流程的不足之处为:①Crossboss 穿通导管或 Knuckle-boss 技术可造成部分 CTO 病变远端血管内膜下巨大血肿,导致 Stingray™ 球囊无法指向血管真腔, Stingray 导丝无法穿刺入真腔,且 Crossboss 穿通导管在使用过程中易进入分支,引起穿孔^[11]。因此当正向导丝无限接近真腔,尝试使用 Corsair 微导管, Corsair 微导管的头端外径 0.87 mm,体部外径 0.93 mm,与 Crossboss 穿通导管外径(1 mm)相当,且具有头端渐细的优势,不会造成内膜下巨大血肿。②Stingray 导丝头端有一个长度为 0.18 mm 的探针,头端预塑形角度仅为 28°,在部分病例中重回真腔困难,选择 Conquest Pro 导引钢丝作为穿刺导丝取得成功。

本研究中有 6 处失败病变,分析原因包括:①Crossboss 穿通导管无法通过 CTO 病变节段;②Stingray™ 球囊无法通过 CTO 病变节段;③Stingray 导丝无法穿入真腔(着陆区纤维帽坚韧、Stingray™ 球囊无法指向真腔、巨大血肿的形成)。处理方法:①可尝试小球囊内膜下扩张或 Knuckle-wire 技术;②Stingray™ 球囊通道准备充分,CTO 病变处组织松软可尝试使用 Corsair 微导管,扭曲、钙化者需要 Crossboss 穿通导管开通通道。Stingray™ 球囊与血管腔平行时穿刺成功的最重要因素。如果着陆区存在严重偏心斑块、管腔细小或 Stingray™ 球囊位于血管成角处,需要更换平直和管腔较粗大的位置进行穿刺。血管真腔显示不清者,只能前后滑动 Stingray™ 球囊,进行试错性穿刺;③着陆区纤维帽坚韧,Stingray 导丝无法穿入真腔时,可尝试导丝冲刺方法或更换 GAIA 系列、Conquest Pro 系列、Hornet 系列导丝。导引钢丝向前滑行,在前方薄弱处穿刺。巨大血肿使 Stingray™ 球囊漂浮于血肿中,无法提供稳定的支撑,同时着陆区附近管腔压塞,导致穿刺失败,此时可导入 Corsair 微导管抽吸血肿,也可换用 Conquest Pro 导引钢丝向前滑行穿刺。

结合本研究团队的经验,对于 ADR 技术总结如下:①预防血肿的形成和控制血肿的不断扩大大在 ADR 技术中至关重要,减少正向导丝的操作,尤其减少甚至避免正向平行导丝的应用,在使用平行导引钢丝技术时,一旦发现血肿向远端扩展,应及时考虑策略转换。经验告知在一次正向平行导丝失败后可迅速启动 ADR 技术。②控制 Knuckle 环的大小,避免在 CTO 病变的起始部就使用 Knuckle 技术,尽量避免 Knuckle 环超出远端纤维帽。③应避免迂曲、钙化的着陆区,可以前推或后撤 Stingray™ 球囊进行穿刺。④穿刺时,避免频繁、大角度地旋转导引钢丝,找到 Stingray™ 球囊侧孔,不转动导丝,回撤后快速平推导丝,穿刺成功时往往有“突破感”。

⑤避免过多、用力的正向冠脉造影,如有可能,可经同侧侧支血管进行高选择性造影或对侧冠脉造影。⑥血肿一旦形成可用球囊在近端主支血管内或利用延长导管在 CTO 病变体部进行封堵入口,利用 Stingray™ 球囊中心腔抽吸血肿^[12]。

综上所述,ADR 技术是当前冠状动脉 CTO 病变 PCI 中的重要组成部分,冠状动脉 CTO 病变 PCI 时应用 ADR 技术安全、有效,缩短了手术时间,降低了医患的辐射剂量及对比剂的使用剂量,改善了患者预后。相信随着未来 ADR 器械和技术的发展,ADR 技术的成功率会进一步提高。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] Stone GW, Kandzari DE, Mehran R, et al. Percutaneous recanalization of chronically occluded coronary arteries: a consensus document: part I[J]. Circulation, 2005, 112(15): 2364-2372.
- [3] Whitlow PL, Burke MN, Lombardi WL, et al. Use of a novel crossing and re-entry system in coronary chronic total occlusions that have failed standard crossing techniques: results of the FAST-CTOs (Facilitated Antegrade Steering Technique in Chronic Total Occlusions) trial [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2012, 5(4): 393-401.
- [4] 中国冠状动脉慢性闭塞病变介入治疗俱乐部. 中国冠状动脉慢性完全闭塞病变介入治疗推荐路径[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2018, 26(3): 121-128.
- Chinese Club for Interventional Treatment of Chronic Occlusive Coronary Artery Diseases. Recommended pathway of interventional therapy for chronic complete coronary artery occlusion in China[J]. Chin J Interv Cardiol, 2018, 26(3): 121-128.
- [5] Wosik J, Shorrock D, Christopoulos G, et al. Systematic review of the bridge point system for crossing coronary and peripheral chronic total occlusions[J]. J Invasive Cardiol, 2015, 27(6): 269-276.
- [6] Malik TF, Tivakaran VS. Percutaneous transluminal coronary angioplasty[J]. 2021, 32(12): 1437-1439.
- [7] Fefer P, Knudtson ML, Cheema AN, et al. Current perspectives on coronary chronic total occlusions: the Canadian Multicenter Chronic Total Occlusions Registry[J]. J Am Coll Cardiol, 2012, 59(11): 991-997.
- [8] Mogabgab O, Patel VG, Michael TT, et al. Long-term outcomes with use of the CrossBoss and stingray coronary CTO crossing and re-entry devices[J]. J Invasive Cardiol, 2013, 25(11): 579-585.
- [9] Wilson WM, Walsh S, Hanratty C, et al. A novel approach to the management of occlusive in-stent restenosis (ISR)[J]. EuroIntervention, 2014, 9(11): 1285-1293.
- [10] 陈绍良. 心脏病学实践 2019[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 162-171.
- Chen SL. Cardiology incident 2019[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019: 162-171.
- [11] Wyman RM. Antegrade dissection and reentry: tools and techniques[J]. Interv Cardiol Clin, 2021, 10(1): 41-50.
- [12] 葛均波, 霍勇, 汝磊生. 正向夹层再入真腔技术在冠状动脉慢性完全闭塞病变介入治疗中应用中国专家共识[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2021, 29(10): 541-547.
- Ge JB, Huo Y, Ru LS. Chinese experts' consensus on the application of forward dissection reentry technique in interventional therapy of chronic total occlusion of coronary artery[J]. Chin J Interv Cardiol, 2021, 29(10): 541-547.

(责任编辑:唐秋姗)