

# 冠状动脉慢性完全闭塞治疗策略

黄榕肿<sup>1</sup>, 郭雷<sup>2</sup>

(1. 首都医科大学附属北京友谊医院 心血管中心, 北京 100050; 2. 大连医科大学附属第一医院 心内科, 辽宁 大连 116011)

**[摘要]** 冠状动脉慢性完全闭塞性病变 (chronic total occlusion, CTO) 约占所有冠心病患者的 15% ~ 25%, 是冠心病介入治疗领域最后的“壁垒”, 而且对患者的生活质量和长期预后有不利影响。随着新型介入治疗器械、CTO 介入治疗新技术和术者操作水平不断进步, 接受经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 手术的成功率甚至可达 90%。但目前对于 CTO 是否需要开通存在较大争议, 以及临床获益尚不明确。本文就最新的研究对 CTO 的治疗策略作一介绍。

**[关键词]** 冠状动脉慢性完全闭塞性病变; 经皮冠状动脉介入治疗; 治疗策略

**[中图分类号]** R543.3<sup>+</sup>1 **[文献标志码]** A **文章编号:** 1671-7295(2019)04-0289-06

**[引用本文]** 黄榕肿, 郭雷. 冠状动脉慢性完全闭塞治疗策略 [J]. 大连医科大学学报, 2019, 41(4): 289-294.

## Progress in treatment strategies for chronic total coronary occlusion

HUANG Rongcong<sup>1</sup>, GUO Lei<sup>2</sup>

(1. Cardiovascular Center, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China; 2. Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, China)

**[Abstract]** Coronary chronic total occlusion (CTO) lesions account for approximately 15% - 25% of patients with coronary heart disease, are the last "barrier" in the field of coronary intervention, and have adverse effects on patients' quality of life and long-term prognosis. With the new interventional therapy devices, new CTO interventional techniques, and advanced operational skills of operators, the success rate of CTO percutaneous coronary intervention (PCI) reaches 90% at experienced centers. However, there are controversies about whether CTO lesions need to be opened and the clinical benefits are unclear. This review gives a brief introduction to the progress of CTO treatment strategies according to the latest research.

**[Keywords]** CTO; PCI; therapeutic strategies

冠状动脉慢性完全闭塞性病变 (chronic total occlusion, CTO) 多被定义为冠状动脉粥样硬化管腔狭窄致前向血流完全阻断, 病程超过 3 个月。病程估计通常根据临床症状、影像学证据等<sup>[1]</sup>。根据冠状动脉造影 TIMI 血流分级分为真性完全性闭塞和功能性闭塞 (TIMI 血流 0 级和 1 级)<sup>[2]</sup>。CTO 被认为是梗阻型冠状动脉疾病的最后阶段, 对患者的生活质量和长期预后有负面影响。尽管新型介入治疗

器械、CTO 介入治疗新技术和术者操作水平不断进步, 接受经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 手术的成功率甚至可达 90%<sup>[3]</sup>, CTO 仍是目前冠心病介入治疗领域的难点和热点。

### 1 CTO 流行病学特点

CTO 约占所有冠脉病变的 15% ~ 25%, 其中超

基金项目: 中国心血管联盟 V. G 中青年研究基金项目 (2017-CCA-VG-046); 北京合众关爱心脏健康基金会“立信扬帆”优化抗栓科研基金项目 (BJUHFCSOARF201801-02); 大连医科大学转化医学专项基金项目 (2015003)

第一作者简介: 黄榕肿 (1973-), 女, 教授。研究方向: 冠心病发病机制与干预研究。E-mail: rchuang@ccmu.edu.cn

过一半病变累及右冠状动脉。尤其冠状动脉旁路移植手术(coronary artery bypass graft, CABG)患者中CTO比例接近90%,ST段抬高型心肌梗死(STEMI)患者中也有10%并存CTO<sup>[2]</sup>。然而,美国国家心血管病PCI注册中心(NCDR CathPCI registry)的报告显示,仅有12.4%CTO患者接受PCI治疗,CTO PCI仅占尝试选择性PCI总量的3.8%<sup>[4]</sup>。加拿大中心注册数据显示,CTO患者中仅9%接受了PCI,而其他34%和57%的患者分别接受了CABG或单纯药物治疗<sup>[2]</sup>。

未接受PCI的CTO患者通常年龄较大,有更多合并症或左室功能受损,发生心脏不良事件风险更高<sup>[2]</sup>。未诊断或未治疗的急性血栓事件常是CTO病变发展的起始,大约1/4患者心电图相应供血区域存在病理性Q波<sup>[2]</sup>。然而,大多数(60%)CTO患者冠脉闭塞是由于冠脉管腔狭窄慢性进展所致,这一过程中冠脉多形成侧支循环,为闭塞冠脉血管远端缺血心肌提供血流供应,部分降低急性缺血事件的发生率<sup>[5]</sup>。此外,PCI或CABG术后,支架内再狭窄及桥血管病变也可表现为CTO<sup>[6]</sup>。但上述不同病因导致CTO病变病理类型不尽相同。CTO患者中,近1/4无任何症状,有症状的CTO患者对中重度缺血耐受性良好<sup>[7-8]</sup>,症状亦往往发生较晚,更多的表现为呼吸困难、活动耐量下降、疲乏无力、心悸等,而非典型的心绞痛发作<sup>[9]</sup>。

## 2 开通CTO的依据

成功开通闭塞冠脉病变可以缓解心肌缺血、减少心绞痛发作频率和严重程度,改善患者心功能和生活质量<sup>[10-12]</sup>。不开通闭塞的冠脉即意味着不完全血运重建,会影响左室收缩和舒张功能,此外约有3%的CTO患者会发生恶性心律失常。

对于哪些患者CTO患者需要进行血运重建治疗,指南强调结合临床症状、缺血心肌或梗死心肌面积进行术前评估,以决定治疗策略<sup>[13]</sup>。因此,CTO患者都应接受心脏超声检查,无症状CTO患者需要做缺血负荷评估。如果CTO所在部位缺血超过10%的左室重量可以考虑开通CTO。心脏超声提示CTO节段心肌无收缩或运动减弱,可以用无创的影像学进行评估。当心肌梗死后出现明显的室壁运动异常时,应重点检测心肌存活性。如果没有心肌存活的迹象,就无法预测左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)的恢复,此类CTO患者并不适宜进行血运重建。

结合冠状动脉造影和冠脉CTA检查,可以发现

绝大部分(约90%)的CTO存在侧支循环<sup>[14]</sup>。侧支循环尽管给予提供闭塞区域部分血供,但在心脏负荷增加时可能并没有增加血流量的能力,从而患者表现为缺血症状<sup>[15]</sup>。而且侧支循环仅能提供30~40 mmHg的灌注压到闭塞区域心肌,从而能导致远段血管功能性萎缩,再通时容易低估血管直径大小。另一方面,侧支循环存在不能证明一定有存活心肌,侧支循环可以出现在陈旧性心梗和大面积心肌坏死区域。因此侧支循环良好CTO患者也需要评估存活心肌。由于侧支循环功能有限,不能为绝大多数CTO患者提供足够的心肌灌注。因此,存在良好的侧支循环不做为指导CTO患者是否进行血运重建的指征。

2011 ACCF/AHA/SCAI PCI指南将CTO PCI作为IIa推荐(B级证据),推荐对于有合适临床指征、病变特征合适的CTO患者,由有经验的术者行CTO PCI是合理的<sup>[16]</sup>。2018年ESC/EACTS心肌血运重建指南指出,药物治疗后仍有胸痛发作或有闭塞血管远端心肌存在大面积缺血证据的,建议行CTO PCI,为IIa推荐(B级证据)<sup>[17]</sup>。因此,目前认为CTO PCI治疗适应证是优化药物治疗仍不能控制的心绞痛、闭塞的冠脉病变形态适宜介入治疗、无创检查显示病变血管所支配的区域出现大面积的心肌缺血性改变、重要功能血管及血管近端发生病变者。

## 3 CTO PCI的获益仍存争议

关于CTO PCI是否获益,已有5项RCT研究公布。EXPLORE研究纳入了304例接受直接PCI合并非梗死相关动脉(non-infarct related artery, non-IRA)CTO的STEMI患者,随机分为CTO PCI组(直接PCI 1周后进行)和单纯药物治疗组,随访4个月,发现两组患者心脏磁共振检查的LVEF及左室舒张末容积未见差别<sup>[18]</sup>。但由于这项研究的CTO PCI成功率较低(73%),两组间治疗方案存在23%交叉,对结果有一定影响。而且,STEMI患者伴随CTO导致30天心脏事件发生率和长期预后恶化,尤其是CTO血管从IRA接受侧支循环的患者预后更差。这种所谓的“双重危险”现象是由闭塞的冠状动脉所包围的扩大的缺血心肌区域引起的,主要与CTO闭塞血管依赖于IRA的部分血流有关。

2017年ACC公布DECISION-CTO结果,该研究共纳入834例(计划1284例,因入组缓慢提前终止)CTO患者,随机分为CTO PCI联合最佳药物治疗(optimal medical therapy, OMT)组和单纯最佳药物治疗组,平均随访3年,主要研究终点包括死亡、

心梗、卒中或再次血运重建的发生率。结果发现, OMT 组不劣于 CTO PCI + OMT 组 (19.6% vs 20.6%,  $P = 0.54$ ), 两组西雅图心绞痛量表及生活质量未见差别<sup>[19]</sup>。该研究最大的缺陷是允许 CTO PCI + OMT 组与 OMT 组的非 CTO 病变进行血运重建, 比例超过 70%。同时大中心纳入的病例非常少, 并且 18% 的组间治疗存在交叉。

EuroCTO 研究共纳入 407 例 (计划 1200 例, 因入组缓慢提前终止) CTO 患者, 随机按 2:1 比例分为 CTO PCI 和 OMT 组, OMT 组仅 7.3% 交叉至 CTO PCI 组, 随访 12 个月。结果发现 PCI 组在活动受限 ( $P = 0.02$ )、心绞痛频率 ( $P = 0.003$ )、心绞痛稳定情况 ( $P = 0.89$ ) 等主要终点上优于 OMT 组, 有显著统计学差异。但两组主要不良心脑血管事件 (major adverse cardiovascular and cerebrovascular events, MACCE) 发生率相似 (PCI 5.2% vs. OMT 6.7%,  $P = 0.52$ )。EuroCTO 研究纳入的患者在随机之前非 CTO 病变全部进行了治疗, CTO PCI 成功率为 86.6%<sup>[20]</sup>。

REVASC 研究共纳入 205 例 CTO 患者, 随机分为 CTO PCI + OMT 组和非 CTO PCI + OMT 组, 随访 6 个月, 发现两组患者经心脏磁共振检查的 CTO 血管范围节段室壁厚度 ( $P = 0.57$ ) 及 LVEF ( $P = 0.79$ ) 未见差异。但随访 12 个月后, CTO PCI + OMT 组的主要不良冠脉事件明显减少 (5.9% vs. 16.3%,  $P = 0.02$ )<sup>[21]</sup>。

新近发表的 IMPACTOR - CTO 研究纳入单纯右冠 CTO 患者, 随机分为 PCI 组 ( $n = 32$ ) 和 OMT 组 ( $n = 33$ )。随访 12 个月, 结果显示 PCI 组缺血心肌明显减少 [(13.9 ± 6.1)% vs. (0.3 ± 4.2)%;  $P < 0.01$ ], 生活质量也明显提高<sup>[22]</sup>。

然而, 美国合理应用规范 (appropriate use criteria, AUC) 指南并没有对单支 CTO (由 CTO 引起的单血管疾病) 提供关于最佳血运重建策略的具体建议<sup>[23]</sup>, 而真实世界中约 40% CTO 患者是这种情况。基于这一临床实际, 我们课题组牵头进行的 SOS - comedy 研究是一项前瞻性、多中心、对照研究 (ClinicalTrials.gov: NCT 02767401), 计划纳入单支 CTO 病变的患者, 首次采用医患共同决策模式 (share decision making, SDM) 将符合入组标准的患者分为 OMT 组和 PCI 联合 OMT 组, 主要终点为 1 年存活心肌的变化 (PET - CT 或心脏磁共振评价)<sup>[24]</sup>。目前已完成入组, 处于随访阶段。

## 4 CTO 的介入治疗

### 4.1 CTO 评分方法

评价 CTO 病变评分体系很多, 而采用不同评分影响 CTO 病变的手术策略。J - CTO 评分是目前最广泛使用的一个评分系统, 主要评价手术开通成功可行性。评分系统包括之前 CTO PCI 尝试失败、重度钙化、闭塞段扭曲  $> 45^\circ$ 、钝性末端、闭塞段长度  $> 20$  mm 等。J - CTO 0、1、2 和  $\geq 3$  分别定义为容易、中等、难和非常难 4 个级别<sup>[25]</sup>。另外还有 CL 评分、ORA 评分、RECHARGE 评分及 PROGRESS CTO 评分等。PROGRESS CTO 评分包括 4 个手术失败的独立预测因素, 分别为钝性末端、没有适合介入器械通过的侧支血管、闭塞段扭曲及闭塞病变位于回旋支<sup>[26]</sup>, 相比于 J - CTO 评分更加简单, 尤其更加适用于评价逆向操作难易程度。

### 4.2 CTO PCI 技术

无论采用哪种技术策略对 CTO 行 PCI 术, 均需要双向冠状动脉造影进行指导, 必要时结合术前冠脉 CTA、腔内影像学技术指导手术策略的转变, 保证 PCI 成功率。正向开通策略的适应证通常为近端纤维帽清晰、远段着陆区好且病变长度  $< 20$  mm。正向开通中正向导丝升级技术 (AWE) 是 CTO PCI 的基石。如果闭塞段  $> 20$  mm, 远端纤维帽后病变相对较轻且分支清楚一般首选正向内膜下重回真腔技术 (antegrade dissection re-entry, ADR)。正向技术主要包括平行导引导丝技术、内膜下寻径重回真腔 (STAR) 技术、CART 技术 (控制性正向、逆向导引导丝内膜下寻径技术)、微孔道寻径技术及血管内超声指引下正向介入技术等。

逆向开通策略的适应证为病变近端血管细小、长 CTO, 闭塞远端是否存在较大分支血管或弥漫性病变更有较好的侧支血管。主要包括导引导丝对吻技术、爪扣导引钢丝技术及广泛应用的反向 CART 技术。侧支血管首选间隔支, 心外膜侧支血管作为次选, 有经验的术者可以考虑<sup>[27]</sup>。CTO 中右冠脉约 72%、前降支有 52% 存在间隔支侧支, 但回旋支大多数只有同侧的心外膜侧支。反向 CART 技术需要前向与逆向导丝尽可能靠近, 常需要较小球囊 (2.0 mm) 进行扩张。如果失败, 可以考虑应用 IVUS 观察前向和逆向导丝的位置指导导丝重回真腔。但由于正向球囊扩张造成的假腔越大, 逆向导丝进入假腔后到达近端真腔的难度也越高。针对上述问题, 近期提出“当代反向 CART 技术”, 包括为了避免由逆向导丝导致的假腔形成, 可提前进行正向球囊扩张; 正向扩张球囊直径建议小于既往推荐尺寸, 常选用 2.0 ~ 2.5 mm 直径的球囊; 在正向球囊扩张的同时, 操作逆向导丝沿球囊方向行进; 在正向球囊解压

的同时,操作逆向导丝沿球囊方向行进。此时即使逆向导丝进入了假腔,正向球囊的扩张力也可减小假腔范围与大小。进行这种操作时,逆向导丝需选用操控性好的导丝,如 Gaia 系列。逆向导丝通过闭塞段的方法还包括 Knuckle 导丝技术等<sup>[28]</sup>。

近期葛均波院士提出主动迎接技术(active greeting technique, AGT)。CTO 逆向开通策略中导丝通过病变后再血管化需要耗费一定时间,尤其逆向导丝走形于内膜下,逆向导丝进入正向指引管会遇到一定挑战。葛院士改进了 JC Spratt 教授的 Guidezilla 延长导管辅助反向 CART 的技术,正向主动深插子母导管的子管(比如 Guidezilla 延长导管,扭曲或小血管可以用 4F、5F 内导管)去迎接逆向导丝,有助于逆向导丝快速进入正向通道进行体外化<sup>[29]</sup>。

近期美国学者提出的杂交介入策略建议用双侧造影后的 4 个造影参数来进行评估:(1)近段纤维帽是否清楚;(2)闭塞长度;(3)闭塞远端血管的大小和特征;(4)是否存在适合逆向技术的侧支<sup>[30]</sup>。杂交路径允许在尝试一个病变失败时对其他技术进行灵活的更改,强调正向技术、逆向技术、导丝升级技术等几种技术策略之间可以相互转换,杂交路径有 90% 的成功率,比较安全。

#### 4.3 CTO PCI 失败 - 何时终止手术

对于 CTO 术者来说,何时终止手术非常重要,以免发生严重并发症。当有以下情况时,可考虑停止手术:手术时间 > 3 h;造影剂量超过 4 倍 eGFR (比如 eGFR 为 100,则造影剂量不能超过 400 mL);放射线剂量 > 5 Gy。初次手术失败的病变可以 6 ~ 8 周后再次尝试。但再次尝试需要术者与患者仔细评估,必须要考虑到症状的严重程度、再次手术成功的可能性、并发症的风险和患者意愿。

### 5 CTO 治疗策略评估

已有大量研究表明,与非 CTO PCI 患者相比,CTO PCI 治疗的并发症更多,包括更高的主要心脏不良事件和穿孔发生率,以及更多的对比剂和辐射量(具有辐射相关性皮肤损伤和对比剂引起的肾功能障碍的潜在风险)<sup>[31-32]</sup>。与成功的 CTO PCI 手术相比,未成功的 CTO PCI 患者发生手术相关并发症比例更高。

大量观察性研究发现,CTO 患者是否接受介入治疗取决于症状的严重程度和未来发生不良事件的风险。对于没有症状且不存在存活心肌的 CTO 患者或支配心肌范围较小的 CTO 病变,一般推荐药物

保守治疗。而对于有闭塞冠脉相关的心肌缺血、心功能不全等症状时或者无症状但经证实存在大面积存活心肌的患者,更适合接受 PCI 或 CABG<sup>[33-36]</sup>。目前 RCT 研究相对较少,研究纳入 CTO 患者多数病变严重情况、合并疾病情况、病理分型等并没有进行分层或分类研究,多数研究缺乏心脏磁共振或 PET-CT 评价存活心肌、缺血心肌的证据,因此 CTO 患者治疗策略尚缺乏具有临床指导意义的规范性标准。在更多 RCT 研究公布前,对 CTO 患者的治疗方式应个体化综合评估,尤其是对于无症状患者审慎选择手术指征。建议 CTO 患者术前评估基本分三步:(1)评估患者症状,需注意 CTO 患者往往症状不典型,表现为呼吸困难、疲乏无力或运动耐量下降(部分患者会自行调整活动量以减少缺血带来的不适,部分会将活动耐量减低归因于年龄增长,而主诉为无症状);(2)评估缺血负荷,若患者没有心绞痛症状,临床医师可考虑对患者进行负荷试验,进行缺血诱发,观察患者室壁运动情况,若患者室壁运动情况正常或是低运动,则强调最佳药物治疗;若室壁运动情况不佳,则强调存活心肌的评价,如果有存活心肌则考虑 PCI,反之,则进行最佳药物治疗。基线缺血负荷 12.5% 为最佳切值,用于判断 CTO PCI 术后能否明显降低缺血负荷;相反,基线缺血负荷 < 6.25% 时,CTO PCI 可能会加重缺血;(3)存活心肌检测,MRI 心内膜下钆剂延迟强化的透壁程度 (< 50% 室壁厚度)为心肌存活检测的金标准。如果临床医师进行缺血的负荷试验结果显示患者心肌缺血面积 ≥ 10% 的,建议进行 PCI 治疗更有效。临床上更应该具体问题具体分析。

总之,接受最佳药物治疗仍持续有症状或无症状患者有高缺血负荷及存活心肌证据者可考虑行血运重建,不满足上述任一条件者,建议药物治疗。所有 CTO 患者血运重建前均应进行个体化完善评估,同时要考虑到血运重建(尤其是 CTO PCI 术)的成功率及风险,以及患者对双联抗血小板药物的耐受性及患者意愿。

#### 参考文献:

- [1] Sianos G, Werner GS, Galassi AR, et al. Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the Euro CTO club [J]. EuroIntervention, 2012, 8(1): 139-145.
- [2] 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.

- [3] Galassi AR, Tomasello SD, Reifart N, et al. In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCITO (European Registry of Chronic Total Occlusion) registry [J]. *EuroIntervention*, 2011, 7(4): 472-479.
- [4] Brilakis ES, Banerjee S, Karpaliotis D, et al. Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: a report from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry) [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(2): 245-253.
- [5] Habib GB, Heibig J, Forman SA, et al. Influence of coronary collateral vessels on myocardial infarct size in humans. Results of phase I thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) trial. The TIMI Investigators [J]. *Circulation*, 1991, 83(3): 739-746.
- [6] Azzalini L, Dautov R, Ojeda S, et al. Procedural and long-term outcomes of percutaneous coronary intervention for in-stent chronic total occlusion [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(9): 892-902.
- [7] 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.
- [8] Stuijzand, Driessen RS, Raijmakers PG, et al. Prevalence of ischaemia in patients with a chronic total occlusion and preserved left ventricular ejection fraction [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017, 18(9): 1025-1033.
- [9] Råmunddal T, Hoebbers LP, Hoebbers L, et al. Chronic total occlusions in Sweden: a report from the Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry (SCAAR) [J]. *PLoS One*, 2014, 9(8): e103850.
- [10] Kirschbaum SW, Baks T, van den Ent M, et al. Evaluation of left ventricular function three years after percutaneous recanalization of chronic total coronary occlusions [J]. *Am J Cardiol*, 2008, 101(2): 179-185.
- [11] George S, Cockburn J, Clayton TC, et al. Long-term follow-up of elective chronic total coronary occlusion angioplasty: analysis from the U.K. Central Cardiac Audit Database [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(3): 235-243.
- [12] Wijeyundera HC, Norris C, Fefer P, et al. Relationship between initial treatment strategy and quality of life in patients with coronary chronic total occlusions [J]. *EuroIntervention*, 2014, 9(10): 1165-1172.
- [13] Windecker S, Kolh P, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) [J]. *Eur Heart J*, 35(37): 2541-619.
- [14] Hoe J. CT coronary angiography of chronic total occlusions of the coronary arteries: how to recognize and evaluate and usefulness for planning percutaneous coronary interventions [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2009, 25(Suppl 1): 43-54.
- [15] Werner GS, Surber R, Ferrari M, et al. The functional reserve of collaterals supplying long-term chronic total coronary occlusions in patients without prior myocardial infarction [J]. *Eur Heart J*, 2006, 27(20): 2406-2412.
- [16] Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention: a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines and the society for cardiovascular angiography and interventions [J]. *Circulation*, 2011, 124(23): e574-e651.
- [17] Kolh P, Windecker S, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 46(4): 517-592.
- [18] Henriques JP, Hoebbers LP, Råmunddal T, et al. Percutaneous intervention for concurrent chronic total occlusions in patients with STEMI: the EXPLORE trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 68(15): 1622-1632.
- [19] Lee SW, Lee PH, Ahn JM, et al. Randomized trial evaluating percutaneous coronary intervention for the treatment of chronic total occlusion [J]. *Circulation*, 2019, 139(14): 1674-1683.
- [20] 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.
- [21] Mashayekhi K, Nührenberg TG, Toma A, et al. A randomized trial to assess regional left ventricular function after stent implantation in chronic total occlusion: the REVASC trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018, 11(19): 1982-1991.
- [22] Obedinskiy AA, Kretov EI, Boukhris M, et al. The IMPACTOR-CTO trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018, 11(13): 1309-1311.
- [23] Patel MR, Dehmer GJ, Hirshfeld JW, et al. ACCF/SCAI/STS/AATS/AHA/ASNC/HFSA/SCCT 2012 appro-

- ropriate use criteria for coronary revascularization focused update[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 59(9): 857 - 881.
- [24] Huang RC, Song XT, Zhang HS, et al. The success of opening single chronic total occlusion lesions to improve myocardial viability trial (SOS - COMEDY): Study protocol of a prospective multicenter study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(16): e0443.
- [25] Morino Y, Abe M, Morimoto T, et al. Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J - CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2011, 4(2): 213 - 221.
- [26] Christopoulos G, Kandzari DE, Yeh RW, et al. Development and validation of a novel scoring system for predicting technical success of chronic total occlusion percutaneous coronary interventions: the PROGRESS CTO (prospective global registry for the study of chronic total occlusion intervention) score[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(1): 1 - 9.
- [27] 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.
- [28] 吴龙梅, 李俊峡, 田新利, 等. 冠状动脉慢性闭塞病变介入治疗策略[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2017, 9(4): 496 - 499.
- [29] Ge JB, Ge L, Zhang B, et al. Active greeting technique: a mother - and - child catheter based technique to facilitate retrograde wire externalization in recanalization of coronary chronic total occlusion[J]. *Sci Bull*, 2018, 63(23): 1565 - 1569.
- [30] Brilakis ES, Grantham JA, Rinfret S, et al. A percutaneous treatment algorithm for crossing coronary chronic total occlusions[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2012, 5(4): 367 - 379.
- [31] Suzuki S, Furui S, Kohtake H, et al. Radiation exposure to patient's skin during percutaneous coronary intervention for various lesions, including chronic total occlusion[J]. *Circ J*, 2006, 70(1): 44 - 48.
- [32] Rathore S, Matsuo H, Terashima M, et al. Procedural and in - hospital outcomes after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions of coronary arteries 2002 to 2008: impact of novel guidewire techniques[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2009, 2(6): 489 - 497.
- [33] Azzalini L, Jolicoeur EM, Pighi M, et al. Epidemiology, management strategies, and outcomes of patients with chronic total coronary occlusion[J]. *Am J Cardiol*, 2016, 118(8): 1128 - 1135.
- [34] Guo L, Zhong L, Chen K, et al. Long - term clinical outcomes of optimal medical therapy vs. successful percutaneous coronary intervention for patients with coronary chronic total occlusions[J]. *Hellenike Kardiologike Epitheorese*, 2018, 59(5): 281 - 287.
- [35] Guo L, Wu J, Zhong L, et al. Two - year clinical outcomes of medical therapy vs. revascularization for patients with coronary chronic total occlusion[J]. *Hellenike Kardiologike Epitheorese*, 2019: S1109 - S9666 (18) 30578 - 5.
- [36] 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.

(收稿日期:2019 - 04 - 01;修回日期:2019 - 07 - 20)

欢迎订阅 欢迎投稿