

· 指南 · 共识 · 规范 ·

冠状动脉旁路移植术后再次血运重建策略 中国专家共识(2022 版)

中华医学会心血管病学分会介入学组 中华医学会心血管病学分会微循环学组
中国老年医学学会心血管病学分会 北京心血管疾病防治研究会心内外交叉分会
通信作者:史冬梅 Email: ansdm2000@163.com

赵强 zq11607@rjh.com.cn

周玉杰 azzyj12@163.com

杨跃进 yangyjfw@126.com

【摘要】随着冠状动脉旁路移植术的发展,冠状动脉旁路移植术手术例数不断增长,且需要再次血运重建患者数量也不断增多并引起关注。冠状动脉旁路移植术后桥血管及自然冠状动脉粥样硬化进展迅速,其复杂程度也高于未接受冠状动脉旁路移植术的患者。目前冠状动脉旁路移植术后再次血运重建策略具有挑战性,需要心脏团队共同制订,而且缺乏循证依据。因此本共识编写专家组结合近几年国内外指南共识、循证医学证据及临床实践经验编写了《冠状动脉旁路移植术后再次血运重建策略中国专家共识(2022 版)》以供临床参考,推动冠心病治疗水平的提高。

【关键词】 冠状动脉疾病 冠状动脉旁路移植术 再次血管重建 策略 专家共识

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20220715-01554

2022 Chinese expert consensus on the strategies for revascularization after coronary artery bypass grafting

Interventional Cardiology Working Group of Chinese Society of Cardiology, Cardiovascular Disease Prevention and Management Working Group of Chinese Society of Cardiology, Cardiovascular Disease Branch of Chinese Geriatrics Society, Society of Cardiologists and Cardiac Surgeons of Beijing Cardiovascular Disease Prevention & Treatment Association

Corresponding author: Shi Dongmei Email: ansdm2000@163.com

Zhao Qiang zq11607@rjh.com.cn

Zhou Yujie azzyj12@163.com

Yang Yuejin yangyjfw@126.com

【Abstract】With the development of coronary artery bypass grafting (CABG), the number of patients undergoing CABG is on the rise, and thus the number of patients requiring revascularization after CABG is also increasing, which draws considerable attention. Atherosclerosis of both bypass grafts and native coronary arteries progresses rapidly in patients undergoing CABG, and coronary lesions are more complex than in non-CABG patients. At present, the strategies for revascularization after CABG are still controversial. Therefore, based on the domestic and foreign guidelines and consensus, evidence-based evidence, and clinical practice experience in recent years, the expert panel has compiled the 2022 Chinese expert consensus on the strategies for revascularization after coronary artery bypass grafting to promote the development of coronary artery disease treatment.

【Key words】 Coronary artery disease Coronary artery bypass grafting Revascularization Strategy Expert consensus

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20220715-01554

随着我国人口老龄化的快速发展,冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary heart disease, CHD, 简称冠心病)已经成为严重威胁我国人民健康的最主要疾病之一。据推算我国心血管疾病患者达 2.9 亿,

注:本文首次发表在《中华医学杂志》,2022,102(36):2844-2853. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20220715-01554

其中 CHD 患者约为 1 100 万^[1]。患者冠状动脉病变部位和病变程度决定血运重建策略的选择。目前 CHD 血运重建方式主要包括经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)、冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)两种方式及两者相结合的杂交血运重建方式(hybrid coronary revascularization, HCR)。CABG

起源于 20 世纪 60 年代,是治疗 CHD 复杂病变的首选治疗方式。对于合并多支血管病变的复杂冠状动脉疾病[SYNTAX(SYNergy between percutaneous coronary intervention with TAXus and cardiac surgery)评分 ≥ 33 分]的患者指南优先推荐 CABG 治疗^[2]。乳内动脉是 CABG 的“金标准”桥血管,在我国的使用率为 90%;多支动脉化血管旁路移植显著提高远期通畅率和生存率,降低主要心血管不良事件(major adverse cardiovascular events, MACE),在我国的使用率为 6.3%,因此,大隐静脉(great saphenous vein, SVG)仍然是临床应用最多的桥血管。2020 年我国 CABG 手术量超过 45 000 例^[3],随着 CABG 手术例数的逐年增加,需要再次血运重建患者数量也不断增多,包括冠状动脉介入治疗和外科再次血运重建。这是一类特殊而又高危的 CHD 患者,由于自然冠状动脉病变加重、静脉桥血管病变或闭塞、既往 CABG 术式、旁路血管材料短缺以及心功能低下等因素,使再次血运重建的难度和风险明显增加。目前我国心脏内、外科对于 CABG 术后再次血运重建策略及方法尚无循证依据,也缺乏相应的指南或专家共识^[4-6]。因此共识编写专家根据《2021 ACC/AHA/SCAI 冠状动脉血运重建指南》、《2018 ESC 血运重建指南》和《中国心脏内、外科冠心病血运重建专家共识》,结合近几年循证医学证据及临床实践经验^[5-9],编写了《冠状动脉旁路移植术后患者血运重建策略专家共识(2022 版)》,以供广大心血管病专业医师参考。

一、心脏团队决策

首先,心脏团队应该对患者的目前主要症状、冠心病史、既往血运重建治疗经过、CABG 手术方式、心肌缺血程度、心脏功能以及其他重要脏器功能进行回顾分析和评判。然后,根据冠状动脉造影及其他有创检查,详细了解自然冠状动脉、桥血管以及吻合口的病变部位和程度,了解桥血管的走行和分布,了解靶血管条件以及可以使用的桥血管情况,共同讨论再次血运重建的必要性、可行性、风险和获益,最后制订出最适合该患者再次血运重建的方式、意外情况处理预案以及远期处理随访计划。

二、CABG 术后再次血运重建指征

CABG 术后需要接受再次血运重建的原因主要包括两类:桥血管失功或者自然冠状动脉病变进展;根据时间发生的早晚桥血管失功也可分为早期(6 个月内)及晚期(6 个月后)^[10]。

CABG 术后早期再次血运重建的指征主要为桥血管失功引起的围手术期心肌梗死并有血流动力学不稳定。

CABG 术后晚期再次血运重建的主要指征为自然冠状动脉病变加重和远期桥血管失功引起的心绞痛复发而且心绞痛分级(CCS)达 3~4 级、左主干病变、多支血管严重病变、较大面积的心肌处于缺血状态。

三、CABG 术后再次血运重建策略

尽管心脏外科技术和药物应用取得了飞速的进步,但桥血管的通畅率往往因受到血栓事件、内膜纤维化以及动脉粥样硬化等诸多不利因素的影响,其远期通畅率仍然是受到极大关注的问题,尤其是静脉桥的远期通畅率。有研究显示,CABG 术后即刻冠状动脉造影发现明确的桥血管失功发生率高达 12%^[11]。在 CABG 术后 1 年内,10%~15% 的静脉桥发生闭塞,10 年静脉桥通畅率仅为 50% 左右^[11-14]。因而接受 CABG 的患者有可能面临进行再次血运重建治疗。由于需要再次 CABG 的患者病程更长、年龄更大、合并疾病更多、自然冠状动脉及桥血管的病变进展更明显,与首次行 CABG 手术相比,围手术期死亡风险明显增加。虽然目前尚无 CABG 术后再次血运重建有关 PCI 和 CABG 的临床随机对照研究,但是多部指南及共识^[2,11]对有缺血症状的 CABG 术后患者均推荐首选介入治疗。当患者无法接受介入治疗、存在大面积急性心肌梗死、多支桥血管闭塞或吻合口病变的情况下,可考虑再次行 CABG 手术。一项美国国家心血管注册研究共纳入 11 118 例患者,结果显示 CABG 术后 PCI 患者中 65% 对自然冠状动脉行 PCI,仅 35% 对桥血管行 PCI,其中自然冠状动脉 PCI 占 CABG 术后 PCI 患者的 65%,桥血管 PCI 占 CABG 术后行 PCI 患者的 35%,且大多数为静脉桥血管 PCI^[9]。值得注意的是,通常 CABG 术后冠状动脉病变比未行过 CABG 患者更复杂,主要表现为无论是自然冠状动脉还是桥血管的慢性完全闭塞(chronic total occlusion, CTO)病变更多,血管钙化程度更重,术中并发症发生率、无复流、输血风险以及病死率都高于常规 PCI^[2,11,15-16]。因此,心脏团队全面评估患者临床情况、病变类型,谨慎选择最佳血运重建策略及手术方案显得尤为重要。

1. CABG 术后早期缺血和桥血管失功:据报道,CABG 早期心肌梗死的发生率约为 4.5%^[17],其主

要原因为静脉桥血管血栓、内膜剥脱后冠状动脉内血栓形成、动脉桥血管痉挛、桥血管吻合口狭窄和(或)血流量不足、冠状动脉血运重建不完全、未行血运重建的自然冠状动脉内膜增生和闭塞^[18-19]。临床上可表现为新出现 Q 波、传导阻滞、室性心律失常、心肌损伤标志物的异常升高、节段性室壁运动异常,甚至血流动力学不稳定等^[20]。当出现上述临床表现时推荐心脏团队依据血运重建的可行性、缺血面积、伴发疾病和临床情况进行综合评估,制订决策。若血流动力学稳定或经机械辅助循环支持稳定血流动力学后,尽快行冠状动脉造影检查;否则直接开胸探查以明确缺血原因同时指导治疗^[18-20]。CABG 后出现早期缺血的患者,如果技术可行应首先考虑 PCI,由于早期桥血管穿孔及栓塞发生率较高,如果进行 PCI,应考虑首先尝试开通自然冠状动脉或乳内动脉桥血管,而不是干预闭塞或病变严重的 SVG 桥血管病变;但如果静脉桥血管病变引发急性冠状动脉综合征同时自然冠状动脉病变复杂,亦可考虑先处理桥血管罪犯病变,然后于数周或数月后再行处理自然冠状动脉病变。对于解剖结构不适合行 PCI 治疗、存在自然冠状动脉弥漫狭窄或闭塞同时合并桥血管吻合口严重狭窄的患者,推荐再次 CABG 手术治疗。

2. CABG 术后晚期桥血管与自然冠状动脉病变: CABG 术后晚期再次出现缺血表现主要是由于自然冠状动脉病变进展或桥血管新发病变所致。有研究显示,年龄、糖尿病、肾功能、外周血管疾病均为影响 CABG 术后患者再次血运重建长期预后的重要因素。因此,心脏诊疗团队在决定患者的治疗策略时,需要充分考虑上述临床因素。需要注意的是:只有在优化药物治疗后仍出现严重症状或广泛心肌缺血(>10%左心室面积),且技术可行,方可再次进行血运重建治疗。对于有 CABG 史的患者行 PCI,其早期和晚期预后均劣于无 CABG 史患者^[2,21]。目前关于两种再次血运重建方式比较的研究十分有限,AWESOME(Angina With Extremely Serious Operative Mortality Evaluation)随机对照研究显示再次 CABG 的住院期间病死率高于 PCI,而一些观察性研究则显示两者的长期预后相似^[22-24]。因此,在血运重建策略的选择上,PCI 应作为首选的血运重建方式,而非再次 CABG;首选对自然冠状动脉进行 PCI,若失败或开通困难(如自然冠状动脉为复杂 CTO 病变等)则考虑行桥血管 PCI;对于病变和解剖结构复

杂不适合进行 PCI 的患者,特别是首次 CABG 未使用乳内动脉的情况下,可以考虑再次 CABG。

四、CABG 术后桥血管介入治疗策略

CABG 术后桥血管病变可分为吻合口病变(近端和远端)及桥血管体部病变。桥血管病变的病理生理机制包括:(1)因手术操作而引起的吻合口狭窄及血管内膜损伤引起的急性血栓,多见于 CABG 术后早期;(2)血管内膜增生及纤维化造成的狭窄,多见于 CABG 术后 1 个月到 1 年;(3)动脉粥样硬化斑块的形成及进展,多见于 CABG 术后晚期。动脉粥样硬化斑块在静脉桥血管中的进展速度远远快于自然冠状动脉,其粥样硬化斑块具有更大的脂质核心和更薄的纤维帽,其内富含胆固醇结晶、泡沫细胞,故急性斑块破裂和血栓病变发生率较高。相对于静脉桥,动脉桥血管动脉粥样硬化及内膜增生进展较慢,闭塞发生率较低。动脉桥血管病变发生多与手术操作、竞争血流和危险因素控制不良相关^[25]。

(一)桥血管介入治疗的入路选择

研究表明,经桡动脉与股动脉入路行桥血管 PCI 总体成功率相似,经桡动脉入路患者舒适度较高、血管并发症风险较低,但造影剂用量和 X 线照射时间比较长。若选择经桡动脉入路,应优选左侧桡动脉,以便对左乳内动脉及其他静脉桥进行选择造影和治疗;若经桡动脉入路治疗困难应及时更换为经股动脉入路^[26-29]。

(二)指引导管选择

推荐根据桥血管近端吻合口在主动脉的位置及术者习惯选择指引导管:右冠状动脉静脉桥可选择 JR(Judkins right)指引导管作为首选,其次可以选择 MP(Multipurpose)、AL(Amplatz left)指引导管;左冠状动脉桥可选择 JR、MP、Hockey Stick、AL、AR(Amplatz right)指引导管;乳内动脉桥推荐选择 JR 指引导管。桡动脉入路也可以采用桡动脉入路专用指引导管,如 Runway 系列导管,也可根据情况应用桥血管专用指引导管。

(三)桥血管的功能与腔内影像学评估

1. 无创功能学评估:冠状动脉旁路移植术后定期进行心脏功能学评价对于指导患者远期治疗策略、改善预后具有重要意义。常用的无创方法包括:冠状动脉计算机断层显像、心脏负荷试验、负荷超声心动图、负荷磁共振心肌灌注成像、心肌灌注显像和负荷心电图。对于 CABG 术后 5 年无症状患者可考虑常规评估桥血管功能和心肌缺血情况。尤其对于

初次 CABG 未实现完全血运重建、CABG 围手术期出现并发症、糖尿病、多支血管病变或存在隐匿性心肌缺血患者,则应早期行桥血管功能评估。而对于轻度负荷试验即可诱发心肌缺血、超声提示心肌多部位室壁运动异常和严重可逆性心肌灌注缺损($>$ 左心室面积 10%)患者,推荐尽早行冠状动脉造影检查^[30-31]。

2. 桥血管血流储备分数(fractional flow reserve, FFR):FFR 作为自然冠状动脉临界病变的功能学检测效果毋庸置疑,但在桥血管 PCI 中对 FFR 的使用应该慎重,由于桥血管下游为自然冠状动脉和桥侧支,同时可能存在竞争血流,因此即使桥血管存在严重狭窄病变,FFR 值可能仍处于正常范围,特异性强但敏感度低。另外,由于桥血管病变进展通常难以预测,依据 FFR 值来延迟桥血管病变 PCI 似乎存在较大风险^[32-33]。因此,采用 FFR 来评估冠状动脉桥血管病变严重程度和指导介入治疗的可行性还有待进一步证实。

3. 腔内影像学评估:桥血管造影与腔内影像学技术如光学相干断层显像(optical coherence tomography, OCT)和血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)相结合以明确病变性质,可能对支架型号的选择、是否应用远端保护装置等桥血管病变治疗策略的制定有指导意义^[34-35]。OCT 分辨率高,可帮助术者更好地判断病变性质、血栓负荷及无复流风险,以便充分准备预防措施。IVUS 则更适用于心功能不全及血管直径较粗的桥血管病变治疗。目前缺乏腔内影像对桥血管病变的明确诊断标准,如果单纯桥血管吻合口狭窄但血流通畅,可根据患者临床情况决定是否进行桥血管处理。

(四)远端栓塞的预防和处理

1. 远端保护装置:远端保护装置在桥血管 PCI 术中的有效性和安全性已被多项随机对照试验证实,其可以显著降低静脉桥血管 PCI 术后 30 天的心血管事件,并获得欧美指南推荐^[36-37],但目前远端保护装置在临床使用中比例仍然较低,据推测可能与操作困难、存在潜在损伤远端血管的风险、花费增加或手术时间延长等因素有关。另外,远端保护装置不建议用于远端吻合口病变。Y 形桥及序贯桥血管能否使用远端保护装置,则需考虑病变位置、分叉部位斑块负荷和远端保护装置能否顺利通过分叉狭窄处等因素的影响^[38]。

2. 术中及围手术期药物:术中用药主要为传统

的血管扩张剂及抗凝剂,如硝酸甘油、硝普钠和钙离子拮抗剂。尼卡地平由于作用时间较长、低血压不良反应较少,可能较其他血管扩张剂更有优势。术中及围手术期抗凝可选择普通肝素、低分子肝素及比伐卢定。除非血栓负荷重,否则不建议常规应用血小板糖蛋白 IIb/IIIa 受体拮抗剂。围手术期用药除抗凝药物外,还包括抗血小板及血管活性剂等药物治疗,可根据患者临床情况、术中介入策略等因素再结合指南制订个体化方案^[2]。

3. 血栓抽吸:急性桥血管闭塞且血栓负荷重时,可考虑行血栓抽吸^[39]。

4. PCI 策略:直接支架置入可避免反复球囊扩张、较血管直径小的支架置入可避免过度挤压桥血管病变进而减少远端栓塞的风险;亦可考虑分次 PCI 方案,即先行小球囊扩张及强化抗凝治疗,2 周后再次复查造影以决定继续抗凝治疗或支架置入^[40]。

5. 准分子激光:准分子激光主要通过光化学原理、光热原理、光机械原理三种机制对病变斑块进行处理,不仅可以清除动脉硬化斑块及血栓,同时释放的碎片 $< 10 \mu\text{m}$,使得血管内血栓和斑块成分发生“汽化”,进而减少远端栓塞风险,对于血栓性病变、轻中度钙化病变及难以扩张的病变均具有良好的效果。因此,准分子激光治疗可应用于桥血管病变,但在既往研究中显示其效果并不明确。Niccoli 等^[41]一项病例对照注册研究发现,准分子激光较远端保护装置使造影证实的微血管阻塞(13%比 32%, $P = 0.09$)和 IVa 型心肌梗死风险均降低(21%比 49%, $P = 0.04$)。ULTRAMAN (Utility of Laser for Transcatheter Atherectomy-Multicenter Analysis around Naniwa) 研究中静脉桥开口病变行激光治疗与对照组相比在 1 年心血管事件发生率上差异无统计学意义,其他几项研究均提示准分子激光治疗静脉桥血管病变与传统介入方式相比安全可行,但推广至临床常规应用仍然需要进一步证据支持^[42-44]。目前尚无指南明确提出激光用于桥血管 PCI,因此推荐在血栓负荷较重或合并钙化等球囊难以扩张的病变中应用准分子激光治疗。需要注意的是桥血管病变常常迂曲合并狭窄,应用激光消融可能会增加血管夹层及穿孔风险,推荐有经验的术者进行操作。

(五)不同桥血管介入治疗策略

1. 静脉桥血管介入治疗策略:(1)支架置入类型:目前关于静脉桥血管应用支架类型仍具有不确

定性,多项荟萃分析显示,使用药物涂层支架和金属裸支架行静脉桥血管 PCI 远期 MACE、靶病变血运重建、靶血管血运重建、支架内血栓和全因死亡发生率无显著差异^[45-46]。因此,对以上两种类型支架的选择可参考患者出血风险、支架价格和患者意愿。覆膜支架因增加 6 个月内靶血管再狭窄及心肌梗死风险已不推荐常规应用^[47]。可降解支架在桥血管中的应用目前缺乏研究证据支持,亦不推荐常规应用。(2)置入支架尺寸:桥血管 PCI 与自然冠状动脉不同之处在于过大的支架在静脉桥血管治疗中会增加围手术期心肌梗死及栓塞发生率^[48],且并不显著改善远期通畅率。既往多项研究均证实较血管直径小尺寸的支架置入可减少斑块脱落面积及早期心肌梗死发生率,故在选择支架时可考虑选择与靶血管直径相当或略小尺寸支架。

2. 动脉桥血管介入治疗策略:(1)在 PCI 术前应全面评估动脉桥血管解剖特点,特别是极度迂曲且管腔细小的病变,此类病变易痉挛,且潜在缺血和并发症风险较高,不常规推荐行 PCI 治疗。必要时可对术前管腔直径 > 2.0 mm 的动脉桥行 PCI^[49-50]。(2)早期乳内动脉桥狭窄多数为吻合口病变,对低压球囊扩张反应较好,若乳内动脉内径较小,单纯经皮冠状动脉球囊成形术(percutaneous transluminal coronary angioplasty, PTCA)可能优于支架置入术治疗^[49,51-52]。(3)对于近端及体部病变的动脉桥血管,若管腔大小合适可考虑行支架置入治疗,由于既往研究显示药物涂层支架及金属裸支架并无显著差异^[53],故术者可根据患者临床情况选择合适的支架。(4)由于 CABG 术后早期桡动脉桥易发生痉挛,且难以预防,术中往往较难判断狭窄是否为痉挛导致,且多数为吻合口病变,对球囊扩张反应较好。因此对于 CABG 术后早期桡动脉桥狭窄,可考虑单纯 PTCA 治疗。同时 PCI 前应注意鉴别血管痉挛、夹层、导丝牵拉导致的“假性狭窄”^[49-52]。

(六)特殊桥血管病变

1. CTO 病变:由于静脉桥再狭窄风险较大,闭塞病变开通成功率低,因此除非没有其他治疗选择,否则不主张开通静脉桥 CTO 病变。但对于解剖条件适合的特定患者,静脉桥 CTO 开通后亦可用于处理自然冠状动脉病变的逆向路径。

2. 临界病变:静脉桥血管临界病变是否应该干预目前存在争议。VELETI(Sealing Moderate Coronary Saphenous VEin Graft Lesions With Paclitaxel-E-

luting Stents)研究显示支架组与药物治疗组在靶病变心血管事件发生率方面差异无统计学意义^[54]。因此对于临界桥血管病变可考虑药物保守治疗并定期随访。

3. Y 形桥及序贯桥狭窄多发生于吻合口处:对于桥血管吻合口狭窄的处理,可参考自然冠状动脉分叉病变的处理策略^[55]。

4. 管腔直径较小的桥血管:既往已有研究证明与 PTCA 相比,支架置入可增加术后即刻管腔直径,减少术后远期心血管事件的发生。单纯 PTCA 可能会导致斑块脱落,增加远端闭塞的风险^[56],因此建议仅在管腔直径较小的桥血管病变中行单纯 PTCA 治疗。值得注意的是对静脉桥进行 PTCA 治疗时,未发现使用药物球囊能明显获益^[57]。

五、CABG 术后自然冠状动脉介入治疗策略

CABG 术后自然冠状动脉较非 CABG 术后血管病变进展速度增加近 10 倍^[58-59]。CABG 术后自然冠状动脉病变通常解剖复杂,钙化、迂曲和 CTO 病变比例更高^[60]。然而此类病变进展加速的确切机制尚不明确,可能与以下因素有关:(1)桥血管和自然冠状动脉之间形成“竞争”血流,这种血流产生的低震动切应力导致血管内皮功能障碍和血管重塑,进而加速自然冠状动脉粥样硬化进程^[60-61]。桥血管狭窄程度越轻,“竞争”血流就越显著,自然冠状动脉病变进展也越快^[60,62]。此外,相比于动脉桥,静脉桥对于“竞争”血流的调节作用更弱,因而静脉桥对应的自然冠状动脉病变进展更为常见^[63]。(2) CABG 前自然冠状动脉病变狭窄程度越重通常病变进展越快^[60]。(3)动脉粥样硬化传统危险因素对自然冠状动脉的持续损害作用。CABG 后自然冠状动脉或桥血管病变进展均可再次诱发心肌缺血^[64]。对于有心肌血运重建指征的 CABG 术后患者,可行 PCI 或再次 CABG。虽然 PCI 和再次 CABG 远期临床结局相似,但再次 CABG 手术风险更高,故对于血管解剖合适的 CABG 术后患者优先考虑 PCI^[65]。然而,CABG 术后自然冠状动脉病变 PCI 难度和手术风险均较大。以自然冠状动脉 CTO 病变为例,CABG 术后较非 CABG 患者 PCI 手术成功率降低,但院内死亡、心肌梗死和冠状动脉穿孔风险更高^[66];尽管如此,多项研究证实 CABG 术后自然冠状动脉 PCI 比桥血管 PCI 的死亡、心肌梗死和血运重建等不良事件风险明显降低,桥血管 PCI 短期和长期风险均较高^[67-77]。因此目前临床上 CABG 术

后患者 PCI 中约 2/3 是针对自然冠状动脉治疗^[69-70]。然而当桥血管引发急性缺血事件时,或无法对自然冠状动脉 PCI 时,亦可首选对桥血管 PCI,随后尽早经桥血管对自然冠状动脉完成逆向 PCI^[78]。总之,CABG 术后患者 PCI 手术风险较大,术前应充分评估自然冠状动脉和桥血管解剖情况,以确定是否优先对自然冠状动脉 PCI;若尝试先对桥血管 PCI,则应掌握后续对自然冠状动脉 PCI 的时机。

自然冠状动脉 PCI 手术策略:

1. CABG 术后自然冠状动脉病变解剖复杂,对严重钙化自然冠状动脉 PCI 通常需要使用冠状动脉旋磨装置和针对 CTO 病变等 PCI 技术^[79]。

2. 桥血管可用于自然冠状动脉逆向 PCI 通道,但经桥血管远段逆行操作导丝和器械时有一定难度^[12,80],有时也可因桥血管过长而无相应的加长器械使用而导致手术失败。

3. 当桥血管作为引起急性冠状动脉综合症的“罪犯”血管且自然冠状动脉病变复杂时,可先处理桥血管病变,但应尽量避免对桥血管远段置入支架,否则可能影响后期经桥血管逆向对自然冠状动脉 PCI^[12,81]。

4. 因血栓导致桥血管闭塞经 PCI 开通后应早期(几周或数月)完成自然冠状动脉 PCI,以防止桥血管再次闭塞^[75]。若桥血管血栓负荷过重而无法开通时,则根据情况可优先对自然冠状动脉 PCI^[82]。对闭塞桥血管行 PCI 时,应注意血栓对桥血管及远端自然冠状动脉的影响,尽量避免因 PCI 手术导致急性心肌梗死的发生。

5. 对于桥血管尤其是乳内动脉通畅的患者,不建议轻易对相应的自然冠状动脉进行介入治疗,否则竞争血流将很快使桥血管失功。

六、CABG 术后再次外科血运重建

再次 CABG 术的难度高于首次手术,而且风险是首次手术的 2~4 倍^[2]。主要原因有桥血管材料短缺,再次开胸损伤心脏大血管、损伤通畅的乳内动脉导致体外循环尚未建立而出血心脏骤停、触碰病变的静脉桥、斑块脱落引起急性心肌梗死后出现术后无复流、冠状动脉靶血管辨认困难等,此外,该类患者往往合并动脉硬化、低射血分数等亦使再次 CABG 手术风险增加。再次 CABG 术通常适用于无法介入治疗的左主干和多支血管病变患者;首次手术未使用乳内动脉,而且靶血管条件良好;外科手术

风险可以接受的患者^[63]。

再次 CABG 通常采用胸骨正中切口、体外循环心脏冷停搏技术,心肌保护采用含血停搏液,主动脉顺行灌注结合冠状静脉窦逆行灌注。如果有必要,可以经股、动静脉插管建立体外循环后再开胸。如果左前降支需要再次血运重建,尽量使用动脉材料,比如前次手术未获取的左乳内动脉(left internal mammary artery, LIMA),也可使用游离的右乳内动脉(right internal mammary artery, RIMA)或桡动脉。其他靶血管可以采用残余的 SVG,如果没有合适的 SVG,可以获取小隐静脉。在体外循环后,分离心包粘连,避免损伤通畅的 LIMA 桥和接触静脉桥血管。可以根据既往吻合口缝线寻找、辨认靶血管,在紧贴其下方的冠状动脉或原有吻合口作为吻合部位。对于 LIMA 至左前降支通畅的患者,再次 CABG 可以采用左胸切口的非体外循环心脏不停跳技术,静脉桥的近端吻合口可选在降主动脉^[83]。对于仅需右冠状动脉系统的再次 CABG,可以采用剑突下小切口的微创 CABG,将胃网膜右动脉移植至后降支。

七、结语

随着我国 CHD 的发病率不断增长,接受冠状动脉血运重建治疗患者不断增多,心外科 CABG 的水平不断发展和提高,冠状动脉杂交技术、多支动脉和全动脉化 CABG 技术的探索,也为冠状动脉桥远期通畅率的提高带来希望。但 CABG 术后桥血管及自然冠状动脉远期通畅率及病变进展目前仍然是不容忽视的问题,同时 CABG 术后的再次血运重建因需要考虑到病变解剖学特点、合并疾病、药物治疗、生活方式和经济条件等各方面因素,长期以来是心血管领域面临的极大挑战。CABG 再次血运重建策略需要由心脏内、外科医师等组成的心脏团队共同决策。相信未来随着手术器械、手术方式及临床药物的不断创新发展,更多大规模、高质量临床研究地开展,CABG 术后再次血运重建治疗必将迎来新的里程碑。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 国家心血管病医疗质量控制中心专家委员会心力衰竭专家工作组. 2020 中国心力衰竭医疗质量控制报告[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(3): 221-238. doi: 10. 3969/j. issn. 1000-3614. 2021. 03. 002.
Working Group on Heart Failure, National Center for Cardiovascular Quality Improvement. 2020 Clinical Performance and Quality Meas-

- ures for Heart Failure in China[J]. *Chin Circ J*, 2021, 36(3): 221-238. doi: 10.3969/j. issn.1000-3614. 2021. 03. 002.
- [2] Sabik JF, Bakaen FG, Ruel M, et al. The American Association for Thoracic Surgery and The Society of Thoracic Surgeons reasoning for not endorsing the 2021 ACC/AHA/SCAI Coronary Revascularization Guidelines[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, 163(4): 1362-1365. doi: 10.1016/j. jtcvs. 2021. 12. 025.
- [3] 中国生物医学工程学会体外循环分会. 2020 年中国心外科手术和体外循环数据白皮书[J]. *中国体外循环杂志*, 2021, 19(5): 257-260. doi: 10.13498/j. cnki. chin. j. ecc. 2021. 05. 01. Chinese Society of Extracorporeal Circulation. White book of Chinese cardiovascular surgery and extracorporeal circulation in 2020 [J]. *Chin Circ J*, 2021, 19(5): 257-260. doi: 10.13498/j. cnki. chin. j. ecc. 2021. 05. 01.
- [4] 李东杰, 高杰, 苏丕雄. 复合冠状动脉血运重建术的现状及进展[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2021, 37(10): 627-630. doi: 10.3760/cma. j. cn112434-20200727-00350. Li DJ, Gao J, Su PX. Current state of the art of hybrid coronary revascularization[J]. *Chin J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 37(10): 627-630. doi: 10.3760/cma. j. cn112434-20200727-00350.
- [5] 中国冠状动脉杂交血运重建专家共识(2017 版)编写组. 中国冠状动脉杂交血运重建专家共识(2017 版)[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2017, 33(8): 449-455. doi: 10.3760/cma. j. issn. 1001-4497. 2017. 08. 001. Experts Consensus Group on the Hybrid Coronary Revascularization in China. 2017 Hybrid coronary revascularization experts consensus in China[J]. *Chin J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 33(8): 449-455. doi: 10.3760/cma. j. issn. 1001-4497. 2017. 08. 001.
- [6] 中国心脏内外科冠心病血运重建专家共识组. 中国心脏内、外科冠心病血运重建专家共识[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2016, 32(12): 707-716. doi: 10.3760/cma. j. issn. 1001-4497. 2016. 12. 002. Expert consensus group on the revascularization of coronary heart disease in China. Revascularization of coronary heart disease expert consensus in China[J]. *Chin J Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 32(12): 707-716. doi: 10.3760/cma. j. issn. 1001-4497. 2016. 12. 002.
- [7] 张英, 翟光耀, 王建龙, 等. 首次不同血运重建方式对冠心病合并慢性肾功能不全患者再次行 PCI 治疗的影响[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2020, 36(6): 361-365. doi: 10.3760/cma. j. cn112434-20200415-00208. Zhang Y, Zhai GY, Wang JL, et al. Effect of first coronary artery bypass grafting on reoperative revascularization in coronary heart disease combined with chronic kidney disease patients[J]. *Chin J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 36(6): 361-365. doi: 10.3760/cma. j. cn112434-20200415-00208.
- [8] 赵舟, 张国栋, 张显贵, 等. 左侧或右侧原位乳内动脉至前降支系统血运重建后的血流比较[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2021, 37(1): 23-28. doi: 10.3760/cma. j. cn112434-20200219-00052. Zhao Z, Zhang GD, Zhang XG, et al. Comparison of parameters of blood flow of grafts of right or left internal mammary artery to the left anterior descending artery[J]. *Chin J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 37(1): 23-28. doi: 10.3760/cma. j. cn112434-20200219-00052.
- [9] 吕昀, 柳景华, 王韶屏, 等. 不同血运重建策略对合并射血分数降低心力衰竭的冠心病患者预后的影响[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(26): 2071-2076. doi: 10.3760/cma. j. cn112137-20201019-02866. Lyu Y, Liu JH, Wang SP, et al. Different revascularization strategies for patients with coronary artery disease complicating reduced ejection fraction[J]. *Natl Med J Chin*, 2021, 101(26): 2071-2076. doi: 10.3760/cma. j. cn112137-20201019-02866.
- [10] Noyez L. The evolution of repeat coronary artery surgery [J]. *EuroIntervention*, 2009, 5 Suppl D: D30-D33.
- [11] Yap CH, Sposato L, Akowuah E, et al. Contemporary results show repeat coronary artery bypass grafting remains a risk factor for operative mortality[J]. *Ann Thorac Surg*, 2009, 87(5): 1386-1391. doi: 10.1016/j. athoracsur. 2009. 02. 006.
- [12] Xenogiannis I, Tajti P, Hall AB, et al. Update on cardiac catheterization in patients with prior coronary artery bypass graft surgery [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019, 12(17): 1635-1649. doi: 10.1016/j. jcin. 2019. 04. 051.
- [13] Desai ND, Cohen EA, Naylor CD, et al. A randomized comparison of radial artery and saphenous vein coronary bypass grafts [J]. *N Engl J Med*, 2004, 351(22): 2302-2309. doi: 10.1056/NEJMoa040982.
- [14] Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, et al. Coronary bypass graft fate and patient outcome; angiographic follow up of 5, 065 grafts related to survival and reoperation in 1, 388 patients during 25 years [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1996, 28(3): 616-626. doi: 10.1016/0735-1097(96)00206-9.
- [15] FitzGibbon GM, Leach AJ, Keon WJ, et al. Coronary bypass graft fate. Angiographic study of 1, 179 vein grafts early, one year, and five years after operation [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1986, 91(5): 773-778.
- [16] Brilakis ES, Lichtenwalter C, Abdel-karim AR, et al. Continued benefit from paclitaxel-eluting compared with bare-metal stent implantation in saphenous vein graft lesions during long-term follow-up of the SOS (Stenting of Saphenous Vein Grafts) trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2011, 4(2): 176-182. doi: 10.1016/j. jcin. 2010. 10. 003.
- [17] Savage MP, Douglas JS, Fischman DL, et al. Stent placement compared with balloon angioplasty for obstructed coronary bypass grafts. Saphenous Vein De Novo Trial Investigators [J]. *N Engl J Med*, 1997, 337(11): 740-747. doi: 10.1056/NEJM199709113371103.
- [18] Laflamme M, DeMey N, Bouchard D, et al. Management of early postoperative coronary artery bypass graft failure [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012, 14(4): 452-456. doi: 10.1093/icvts/ivr127.
- [19] Zhao DX, Leacche M, Balaguer JM, et al. Routine intraoperative completion angiography after coronary artery bypass grafting and 1-stop hybrid revascularization results from a fully integrated hybrid catheterization laboratory/operating room [J]. *J Am Coll Cardiol*,



- 2009, 53(3): 232-241. doi:10.1016/j.jacc.2008.10.011.
- [20] Thielmann M, Massoudy P, Jaeger BR, et al. Emergency re-vascularization with percutaneous coronary intervention, reoperation, or conservative treatment in patients with acute perioperative graft failure following coronary artery bypass surgery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006, 30(1): 117-125. doi: 10.1016/j.ejcts.2006.03.062.
- [21] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Third universal definition of myocardial infarction [J]. *Circulation*, 2012, 126(16): 2020-2035. doi: 10.1161/CIR.0b013e31826e1058.
- [22] Sabik JF, Blackstone EH, Houghtaling PL, et al. Is reoperation still a risk factor in coronary artery bypass surgery? [J]. *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(5): 1719-1727. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.04.033.
- [23] Morrison DA, Sethi G, Sacks J, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass graft surgery for patients with medically refractory myocardial ischemia and risk factors for adverse outcomes with bypass: a multicenter, randomized trial. Investigators of the Department of Veterans Affairs Cooperative Study #385, the Angina With Extremely Serious Operative Mortality Evaluation (AWESOME) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 38(1): 143-149. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01366-3.
- [24] Morrison DA, Sethi G, Sacks J, et al. Percutaneous coronary intervention versus repeat bypass surgery for patients with medically refractory myocardial ischemia: AWESOME randomized trial and registry experience with post-CABG patients [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 40(11): 1951-1954. doi: 10.1016/s0735-1097(02)02560-3.
- [25] Harskamp RE, Beijk MA, Damman P, et al. Clinical outcome after surgical or percutaneous revascularization in coronary bypass graft failure [J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2013, 14(6): 438-445. doi: 10.2459/JCM.0b013e328356a4fc.
- [26] Royse A, Pamment W, Pawanis Z, et al. Patency of conduits in patients who received internal mammary artery, radial artery and saphenous vein grafts [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2020, 20(1): 148. doi: 10.1186/s12872-020-01433-0.
- [27] Michael TT, Alomar M, Papayannis A, et al. A randomized comparison of the transradial and transfemoral approaches for coronary artery bypass graft angiography and intervention: the RADIAL-CABG trial (RADIAL Versus Femoral Access for Coronary Artery Bypass Graft Angiography and Intervention) [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6(11): 1138-1144. doi: 10.1016/j.jcin.2013.08.004.
- [28] Bundhoo SS, Earp E, Ivanauskiene T, et al. Saphenous vein graft percutaneous coronary intervention via radial artery access: safe and effective with reduced hospital length of stay [J]. *Am Heart J*, 2012, 164(4): 468-472. doi: 10.1016/j.ahj.2012.07.029.
- [29] Rathore S, Roberts E, Hakeem AR, et al. The feasibility of percutaneous transradial coronary intervention for saphenous vein graft lesions and comparison with transfemoral route [J]. *J Interv Cardiol*, 2009, 22(4): 336-340. doi: 10.1111/j.1540-8183.2009.00479.x.
- [30] Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology [J]. *Eur Heart J*, 2013, 34(38): 2949-3003. doi: 10.1093/eurheartj/ehs296.
- [31] 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) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(37): 2541-2619. doi: 10.1093/eurheartj/ehu278.
- [32] Cooper L, Banerjee S, Brilakis ES. Crossover from radial to femoral access during a challenging percutaneous coronary intervention can make the difference between success and failure [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2010, 11(4): 266. e5-e8. doi: 10.1016/j.carrev.2010.04.002.
- [33] Almomani A, Pothineni NV, Edupuganti M, et al. Outcomes of fractional flow reserve-based deferral in saphenous vein graft narrowing [J]. *Am J Cardiol*, 2018, 122(5): 723-728. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.05.002.
- [34] Di Serafino L, De Bruyne B, Mangiacapra F, et al. Long-term clinical outcome after fractional flow reserve-versus angio-guided percutaneous coronary intervention in patients with intermediate stenosis of coronary artery bypass grafts [J]. *Am Heart J*, 2013, 166(1): 110-118. doi: 10.1016/j.ahj.2013.04.007.
- [35] Rathod KS, Hamshere SM, Jones DA, et al. Intravascular ultrasound versus optical coherence tomography for coronary artery imaging-apples and oranges [J]. *Interventional Cardiology (London)*, 2015, 10(1): 8-15. doi: 10.15420/ier.2015.10.1.8.
- [36] Tian J, Dauerman H, Toma C, et al. Prevalence and characteristics of TCFA and degree of coronary artery stenosis: an OCT, IVUS, and angiographic study [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(7): 672-680. doi: 10.1016/j.jacc.2014.05.052.
- [37] Baim DS, Wahr D, George B, et al. Randomized trial of a distal embolic protection device during percutaneous intervention of saphenous vein aorto-coronary bypass grafts [J]. *Circulation*, 2002, 105(11): 1285-1290. doi: 10.1161/01.CIR.0000033846.62769.78.
- [38] Paul TK, Bhatheja S, Panchal HB, et al. Outcomes of saphenous vein graft intervention with and without embolic protection device: a comprehensive review and meta-analysis [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2017, 10(12): e005538. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005538.
- [39] Feghaly J, Muskula P, Kumar S, et al. Percutaneous coronary interventions on vein graft bifurcation lesions presenting as an acute coronary syndrome [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 97(5): E680-E685. doi: 10.1002/ccd.29218.
- [40] Abdel-Karim AR, Banerjee S, Brilakis ES. Percutaneous interven-



- tion of acutely occluded saphenous vein grafts; contemporary techniques and outcomes[J]. *J Invasive Cardiol*, 2010, 22(6): 253-257. doi: 10.1016/S0735-1097(10)61765-2.
- [41] Niccoli G, Belloni F, Cosentino N, et al. Case-control registry of excimer laser coronary angioplasty versus distal protection devices in patients with acute coronary syndromes due to saphenous vein graft disease[J]. *Am J Cardiol*, 2013, 112(10): 1586-1591. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.07.015.
- [42] Fiorina C, Meliga E, Chizzola G, et al. Early experience with a new approach for percutaneous intervention of totally occluded saphenous vein graft: is the flow the best thrombolytic? [J]. *Euro Intervention*, 2010, 6(4): 461-466. doi: 10.4244/EIJ30V6I4A78.
- [43] Nishino M, Mori N, Takiuchi S, et al. Indications and outcomes of excimer laser coronary atherectomy; efficacy and safety for thrombotic lesions-The ULTRAMAN registry[J]. *J Cardiol*, 2017, 69(1): 314-319. doi: 10.1016/j.jjcc.2016.05.018.
- [44] Giugliano GR, Falcone MW, Mego D, et al. A prospective multi-center registry of laser therapy for degenerated saphenous vein graft stenosis; the COronary graft Results following Atherectomy with Laser (CORAL) trial[J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2012, 13(2): 84-89. doi: 10.1016/j.carrev.2012.01.004.
- [45] Ahmed JM, Hong MK, Mehran R, et al. Comparison of debulking followed by stenting versus stenting alone for saphenous vein graft aortoostial lesions; immediate and one-year clinical outcomes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2000, 35(6): 1560-1568. doi: 10.1016/S0735-1097(00)00592-1.
- [46] Garg A, Rout A, Tayal R, et al. Drug-eluting stents versus bare-metal stents for saphenous vein graft interventions: a systematic review and meta-analysis of studies with longer follow-up[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2021, 46(1): 100405. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2018.12.002.
- [47] Genereux, Philippe, Goldberg, et al. Five-year follow-up of polytetrafluoroethylene-covered stents compared with bare metal stents in aortocoronary saphenous vein grafts: the randomized barricade trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 4(3): 300-309. doi: 2011.10.1016/S0735-1097(11)61621-5.
- [48] Hong YJ, Pichard AD, Mintz GS, et al. Outcome of undersized drug-eluting stents for percutaneous coronary intervention of saphenous vein graft lesions[J]. *Am J Cardiol*, 2010, 105(2): 179-185. doi: 10.1016/j.amjcard.2009.09.006.
- [49] Zavalloni D, Rossi ML, Scatturin M, et al. Drug-eluting stents for the percutaneous treatment of the anastomosis of the left internal mammary graft to left anterior descending artery[J]. *Coron Artery Dis*, 2007, 18(6): 495-500. doi: 10.1097/MCA.0b013e3282cf4ba9.
- [50] Gruberg L, Dangas G, Mehran R, et al. Percutaneous revascularization of the internal mammary artery graft; short-and long-term outcomes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2000, 35(4): 944-948. doi: 10.1016/S0735-1097(99)00652-x.
- [51] Januszek RA, Dziewierz A, Siudak Z, et al. Predictors of periprocedural complications in patients undergoing percutaneous coronary interventions within coronary artery bypass grafts[J]. *Cardiol J*, 2019, 26(6): 633-644. doi: 10.5603/CJ.a2018.0044.
- [52] Dash D. An update on coronary bypass graft intervention [J]. *Heart Asia*, 2014, 6(1): 41-45. doi: 10.1136/heartasia-2013-010478.
- [53] Buch AN, Xue Z, Gevorkian N, et al. Comparison of outcomes between bare metal stents and drug-eluting stents for percutaneous revascularization of internal mammary grafts [J]. *Am J Cardiol*, 2006, 98(6): 722-724. doi: 10.1016/j.amjcard.2006.03.058.
- [54] Rodés-Cabau J, Jolly SS, Cairns J, et al. Sealing intermediate non-obstructive coronary saphenous vein graft lesions with drug-eluting stents as a new approach to reducing cardiac events; a randomized controlled trial [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2016, 9(11): e004336. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004336.
- [55] Chen KJ, Lee WL, Liu TJ, et al. "DK Crush" technique for a tightly stenosed conjoined SVG lesion in a patient with acute coronary syndrome and cardiogenic shock[J]. *Acta Cardiol Sin*, 2015, 31(3): 253-256. doi: 10.6515/acs20140918a.
- [56] Brennan JM, Al-Hejily W, Dai D, et al. Three-year outcomes associated with embolic protection in saphenous vein graft intervention: results in 49 325 senior patients in the Medicare-linked National Cardiovascular Data Registry CathPCI Registry[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2015, 8(3): e001403. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001403.
- [57] Bj-rkman P, Kokkonen T, Alb-ck A, et al. Drug-coated versus plain balloon angioplasty in bypass vein grafts (the DRECOREST I-Study) [J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 55: 36-44. doi: 10.1016/j.avsg.2018.04.042.
- [58] Hayward PA, Zhu YY, Nguyen TT, et al. Should all moderate coronary lesions be grafted during primary coronary bypass surgery-An analysis of progression of native vessel disease during a randomized trial of conduits[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 145(1): 140-148; discussion 148-149. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.09.050.
- [59] Hamada Y, Kawachi K, Yamamoto T, et al. Effect of coronary artery bypass grafting on native coronary artery stenosis. Comparison of internal thoracic artery and saphenous vein grafts[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2001, 42(2): 159-164.
- [60] Pereg D, Fefer P, Samuel M, et al. Native coronary artery patency after coronary artery bypass surgery[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(7): 761-767. doi: 10.1016/j.jcin.2014.01.164.
- [61] Griffith LS, Achuff SC, Conti CR, et al. Changes in intrinsic coronary circulation and segmental ventricular motion after saphenous-vein coronary bypass graft surgery[J]. *N Engl J Med*, 1973, 288(12): 589-595. doi: 10.1056/NEJM197303222881201.
- [62] Kroncke GM, Kosolcharoen P, Clayman JA, et al. Five-year changes in coronary arteries of medical and surgical patients of the Veterans Administration Randomized Study of Bypass Surgery[J]. *Circulation*, 1988, 78(3 Pt 2): 1144-1150.
- [63] Tanaka A, Ishii H, Oshima H, et al. Progression from stenosis to

- occlusion in the proximal native coronary artery after coronary artery bypass grafting [J]. *Heart Vessels*, 2016, 31 (7): 1056-1060. doi: 10.1007/s00380-015-0715-8.
- [64] Parasca CA, Head SJ, Milojevic M, et al. Incidence, characteristics, predictors, and outcomes of repeat revascularization after percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting: the syntax trial at 5 years [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9 (24): 2493-2507. doi: 10.1016/j.jcin.2016.09.044.
- [65] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization [J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(2): 87-165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
- [66] Tajti P, Karpalotis D, Alaswad K, et al. In-hospital outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary interventions in patients with prior coronary artery bypass graft surgery [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2019, 12 (3): e007338. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007338.
- [67] Brilakis ES, O'Donnell CI. Percutaneous coronary intervention in native coronary arteries versus bypass grafts in patients with prior coronary artery bypass graft surgery: insights from the veterans affairs clinical assessment, reporting, and tracking program [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(9): 884-893. doi: 10.1016/j.jcin.2016.01.034.
- [68] Brilakis ES, Rao SV, Banerjee S, et al. Percutaneous coronary intervention in native arteries versus bypass grafts in prior coronary artery bypass grafting patients: a report from the National Cardiovascular Data Registry [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2011, 4(8): 844-850. doi: 10.1016/j.jcin.2011.03.018.
- [69] Varghese I, Samuel J, Banerjee S, et al. Comparison of percutaneous coronary intervention in native coronary arteries vs. bypass grafts in patients with prior coronary artery bypass graft surgery [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2009, 10(2): 103-109. doi: 10.1016/j.carrev.2008.12.002.
- [70] Bundhoo SS, Kalla M, Anantharaman R, et al. Outcomes following PCI in patients with previous CABG: a multi centre experience [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2011, 78 (2): 169-176. doi: 10.1002/ccd.22841.
- [71] Mavroudis CA, Kotecha T, Chehab O, et al. Superior long term outcome associated with native vessel versus graft vessel PCI following secondary PCI in patients with prior CABG [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 228: 563-569. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.11.031.
- [72] Meliga E, Garcia-Garcia HM, Kukreja N, et al. Chronic total occlusion treatment in post-CABG patients: saphenous vein graft versus native vessel recanalization-long-term follow-up in the drug-eluting stent era [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2007, 70(1): 21-25. doi: 10.1002/ccd.21100.
- [73] Tejada JG, Velazquez M, Hernandez F, et al. Percutaneous revascularization in patients with previous coronary artery bypass graft surgery. Immediate and 1-year clinical outcomes [J]. *Int J Cardiol*, 2009, 134(2): 201-206. doi: 10.1016/j.ijcard.2008.01.042.
- [74] Xanthopoulou I, Davlouros P, Tsigkas G, et al. Long-term clinical outcome after percutaneous coronary intervention in grafts vs native vessels in patients with previous coronary artery bypass grafting [J]. *Can J Cardiol*, 2011, 27(6): 716-724. doi: 10.1016/j.cjca.2011.08.115.
- [75] Farag M, Gue YX, Brilakis ES, et al. Meta-analysis comparing outcomes of percutaneous coronary intervention of native artery versus bypass graft in patients with prior coronary artery bypass grafting [J]. *Am J Cardiol*, 2021, 140: 47-54. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.10.062.
- [76] De Bruyne B, Pijls NH, Kalesan B, et al. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease [J]. *N Engl J Med*, 2012, 367 (11): 991-1001. doi: 10.1056/NEJMoa1205361.
- [77] Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, et al. Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography [J]. *Circulation*, 2003, 107 (23): 2900-2907. doi: 10.1161/01.CIR.0000072790.23090.41.
- [78] Brener SJ, Lytle BW, Casserly IP, et al. Predictors of revascularization method and long-term outcome of percutaneous coronary intervention or repeat coronary bypass surgery in patients with multivessel coronary disease and previous coronary bypass surgery [J]. *Eur Heart J*, 2006, 27(4): 413-418. doi: 10.1093/eurheartj/ehi646.
- [79] Kirtane AJ, Doshi D, Leon MB, et al. Treatment of higher-risk patients with an indication for revascularization: evolution within the field of contemporary percutaneous coronary intervention [J]. *Circulation*, 2016, 134(5): 422-431. doi: 10.1161/CIRCULATION-AHA.116.022061.
- [80] Xenogiannis I, Gkargkoulas F, Karpalotis D, et al. Retrograde chronic total occlusion percutaneous coronary intervention via saphenous vein graft [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(4): 517-526. doi: 10.1016/j.jcin.2019.10.028.
- [81] Xenogiannis I, Tajti P, Burke MN, et al. Staged revascularization in patients with acute coronary syndromes due to saphenous vein graft failure and chronic total occlusion of the native vessel: a novel concept [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2019, 93(3): 440-444. doi: 10.1002/ccd.27978.
- [82] Brilakis ES, Banerjee S, Lombardi WL. Retrograde recanalization of native coronary artery chronic occlusions via acutely occluded vein grafts [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 75 (1): 109-113. doi: 10.1002/ccd.22196.
- [83] Guida GA, Guida GA, Bruno VD, et al. Left thoracotomy approach for off-pump coronary artery bypass grafting surgery: 15 years of experience in 2 500 consecutive patients [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2020, 57(2): 271-276. doi: 10.1093/ejcts/ezz180.

(收稿日期:2022-07-22)

(本文编辑:赵晓华)



《2022 中国冠状动脉杂交血运重建专家共识》专家组成员

执笔专家:史冬梅(首都医科大学附属北京安贞医院老年心血管病中心) 赵强(上海交通大学医学院附属瑞金医院)

贾硕(首都医科大学附属北京安贞医院老年心血管病中心)

专家顾问组成员(按姓氏汉语拼音排序):陈纪言(广东省人民医院心内科) 陈绍良(南京医科大学附属南京第一医院心内科) 方唯一(上海市胸科医院心内科) 傅向华(河北医科大学第二医院心内科) 高传玉(华中阜外心血管病医院) 高润霖(中国医学科学院阜外医院) 高炜(北京大学第三医院) 葛均波(复旦大学附属中山医院心内科) 韩雅玲(解放军北部战区总医院) 胡盛寿(中国医学科学院阜外医院) 霍勇(北京大学第一医院心内科) 李为民(哈尔滨医科大学附属第二医院心内科) 马长生(首都医科大学附属北京安贞医院心内科) 乔树宾(中国医学科学院阜外医院心内科) 王建安(浙江大学医学院附属第二医院) 王伟民(北京大学人民医院心内科) 许建屏(中国医学科学院阜外医院心外科) 徐亚伟(同济大学附属上海第十人民医院心内科) 杨跃进(中国医学科学院阜外医院) 于波(哈尔滨医科大学附属第二医院) 袁祖贻(西安交通大学第一附属医院) 张抒扬(北京协和医院) 张运(山东大学齐鲁医院) 周胜华(中南大学湘雅二医院心内科) 周玉杰(首都医科大学附属北京安贞医院)

专家组成员(按姓氏汉语拼音排序):白锋(兰州大学第二医院心内科) 陈晖(首都医科大学附属北京友谊医院心内科) 陈鑫(南京医科大学附属南京第一医院心外科) 陈玉国(山东大学齐鲁医院心内科) 陈韵岱(解放军总医院第一医学中心心内科) 程兆云(华中阜外心血管病医院心外科) 丛洪良(天津市胸科医院心内科) 董然(首都医科大学附属北京安贞医院心外科) 董吁钢(中山大学附属第一医院心内科) 傅国胜(浙江大学医学院附属邵逸夫医院心内科) 葛雷(复旦大学附属中山医院心内科) 郭宁(西安交通大学第一附属医院心内科) 何奔(上海交通大学附属胸科医院心内科) 侯爱洁(辽宁省人民医院心内科) 季福绥(卫生部北京医院心内科) 贾绍斌(宁夏医科大学总医院心内科) 江洪(武汉大学人民医院心内科) 蒋峻(浙江大学医学院附属第二医院心内科) 孔祥清(江苏省人民医院心内科) 李保(山西医科大学第二医院心内科) 李虹伟(首都医科大学附属北京友谊医院心内科) 李建平(北京大学第一医院心内科) 李牧蔚(华中阜外心血管病医院心内科) 李妍(空军军医大学附属唐都医院心内科) 李拥军(河北医科大学第二医院心内科) 李悦(哈尔滨医科大学附属第一医院心内科) 梁春(海军军医大学附属长征医院心内科) 刘斌(吉林大学第二医院心内科) 柳景华(首都医科大学附属北京安贞医院心内科) 马根山(东南大学附属中大医院心内科) 马依彤(新疆医科大学第一附属医院心内科) 聂绍平(首都医科大学附属北京安贞医院心内科) 钱菊英(复旦大学医学院附属中山医院心内科) 邱春光(郑州大学第一附属医院心内科) 沈殊军(中国医学科学院协和医院心内科) 石蓓(遵义医科大学心血管病医院心内科) 史冬梅(首都医科大学附属北京安贞医院心内科) 苏晔(武汉亚洲心脏病医院心内科) 孙寒松(中国医学科学院阜外医院心外科) 唐熠达(北京大学第三医院心内科) 陶凌(空军军医大学第一附属医院心内科) 佟倩(吉林大学第一医院心内科) 王洪巨(蚌埠医学院第一附属医院心内科) 王乐丰(首都医科大学附属朝阳医院心内科) 王琮(空军军医大学第一附属医院心内科) 王焱(厦门大学附属心血管病医院心内科) 王志坚(首都医科大学附属北京安贞医院心内科) 吴延庆(南昌大学第二附属医院心内科) 吴永健(中国医学科学院阜外医院心内科) 徐标(南京大学医学院附属鼓楼医院心内科) 邴华(武汉亚洲心脏病医院心内科) 杨伟宪(中国医学科学院阜外医院心内科) 曾和松(华中科技大学同济医学院附属同济医院心内科) 张斌(广东省人民医院心内科) 张萍(清华大学附属北京清华长庚医院心内科) 张奇(上海东方医院心内科) 赵强(上海交通大学医学院附属瑞金医院) 赵兴胜(内蒙古自治区人民医院心内科) 赵元(中南大学湘雅二医院心外科)

本文是《冠状动脉旁路移植术后再次血运重建中国策略专家共识(2022 版)》文章的二次发表(全文)

