

静脉桥病变及其介入治疗进展

谢超凡 随永刚 杨诚 钱杰

(中国医学科学院阜外医院心血管内科, 北京 100037)

【摘要】 外科冠状动脉旁路移植术是一项治疗冠状动脉粥样硬化十分重要的手段, 该治疗最常使用的桥血管材料为静脉桥。随着时间的流逝, 静脉桥 10 年随访的再狭窄率 >50%, 而对于此时静脉桥病变的治疗, 最常使用的是介入手段。现主要从静脉桥病变的病理生理学机制以及静脉桥病变的诊断、干预、介入治疗等方面进行相关论述。

【关键词】 静脉桥; 病理生理学机制; 直接支架植入; 准分子激光冠状动脉消融术

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2026.01.002

Saphenous Vein Graft Disease and Its Interventional Therapy

XIE Chaofan, SUI Yonggang, YANG Cheng, QIAN Jie

(Department of Cardiology, Chinese Academy of Medical Sciences Fuwai Hospital, Beijing 100037, China)

【Abstract】 Surgical coronary artery bypass grafting is a very important treatment for coronary atherosclerosis, and the most used bridging material for this treatment is saphenous vein graft. With the passage of time, the restenosis rate of saphenous vein grafts in 10-year follow-up can reach more than 50%. For the treatment of saphenous vein graft disease at this stage, the interventional method is most commonly used. This article mainly discusses the pathophysiological mechanism of saphenous venous graft disease, as well as the diagnosis, intervention and interventional treatment of saphenous venous graft disease.

【Keywords】 Saphenous vein graft; Pathophysiological mechanism; Direct stent implantation; Excimer laser coronary artery ablation

《中国心血管健康与疾病报告 2023》^[1]指出, 截止至 2023 年, 中国冠心病现患人数为 1 139 万, 且呈逐年上升趋势。对于冠心病, 现阶段的治疗一般包括两种手段: 经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 和外科冠状动脉旁路移植术 (coronary artery bypass grafting, CABG)。2014 年欧洲指南指出, 对于包含左主干在内的多支血管病变患者, CABG 优于 PCI (IA 类推荐等级)。此外, 2018 年指南中新增加了一条: 对于高 SYNTAX 评分的三支病变患者, 无论是否患有糖尿病, 都应优先推荐 CABG (IA 类推荐等级)^[2-3]。而至于 CABG 选择的桥血管材料, 最新统计数据可知约有 80% 选择的是静脉桥^[4], 虽然不同数据统计静脉桥 10 年随访的再狭窄率结果大相径庭, 但可肯定的是再狭窄率均在 50% 以上^[4]。

静脉桥病变选择的治疗手段通常为 PCI, 但因其往往伴随着诸多不良反应而极具挑战, 这些不良反应中最常见的是心肌梗死。即使介入手术成功, 但随着时间的流逝, 静脉桥往往会发生许多退行性病变, 因此急需对静脉桥介入有更深入的了解, 现从多方面着

手, 详细介绍静脉桥病变介入治疗相关事宜。

1 静脉桥病变进展的病理生理学机制

静脉桥再狭窄的过程根据其发生时间点及不同病理表现可人为划分为 3 个阶段: 早期、中期及晚期阶段, 3 个阶段的主要病理生理学机制各不相同。

1.1 早期阶段

早期阶段主要指病变发生于 CABG 后 1 个月内, 此阶段病变主要以静脉桥内新生血栓为主, 血栓尤为好发于两端端口吻合位置^[5]。此阶段的病变发生与技术问题、血管等因素相关^[6]。而这些问题的出现往往会促进氧自由基的形成以及影响内皮型一氧化氮合酶的表达, 进而导致静脉桥内皮的剥脱以及平滑肌细胞的损伤, 细胞外基质蛋白暴露于血流之中, 诱导血小板的黏附和激活, 活化的血小板能产生血栓形成因子、诱导因子以及血栓收缩因子, 同时还会高表达表面黏附因子, 其能结合循环中的白细胞, 促使其迁移至血管壁, 此外前列环素和一氧化氮的生物利用度降低同样会导致血管收缩和血流停滞, 这进一步促进了纤维蛋白原的积聚、活化血小板和白细胞黏附在血管壁上以及血栓的形成^[7], 以上种种机制最终导致内

皮细胞抗血栓特性的丢失以及外源性凝血途径的启动^[7-10]。

1.2 中期阶段

中期阶段常指的是 CABG 后 1 个月~1 年,此时病变主要源于血管内膜的增生及纤维化,是一种血管重构的过程^[5]。

血管内膜增生往往是由于静脉桥在冠状动脉血流高压力的冲击下而发生的“动脉化”现象,是一种适应性表现,其主要表现为血管的扩张以及正性重构。其内在机制可能包括血小板分泌的多种细胞因子,例如白细胞介素-1、白细胞介素-6、血小板源性生长因子、转化生长因子等,促进了平滑肌细胞的增生。同时凝血过程生成的凝血酶对平滑肌细胞的增殖也起到了一定的作用。除了内膜的增厚之外,细胞外基质的增多,例如弹性蛋白、胶原蛋白、蛋白聚糖等物质的沉积也促进了内膜的增生。此外,除了平滑肌细胞外,肥大细胞和自然杀伤细胞也参与了此过程。此病变往往开始于吻合口位置,并逐步向病损部位发展,病变范围较为弥漫^[7]。

1.3 晚期阶段

晚期阶段主要指病变发生于 CABG 1 年之后的时间段,病变主要表现为基于增厚的内膜、静脉桥内形成的粥样斑块以及不同于原位血管的动脉粥样硬化,静脉桥管壁的粥样硬化病变往往发展速度更快、病变更加弥漫,其斑块脂质核心更大、纤维帽更薄,因此更易破裂,虽然较少钙化,但往往富含更多的泡沫细胞、胆固醇结晶、坏死的组织碎片和血细胞等成分^[5]。

除此之外,在此过程中,静脉桥的退化、动脉粥样斑块的破裂、血栓的形成、血管的硬化、瓣膜的纤维化以及动脉瘤样扩张等因素也促进了静脉桥的病变进展^[11]。

2 静脉桥病变的诊断

目前临床上诊断冠心病最常用的方法为有创冠状动脉造影,其优点在于准确性高,能通过多角度而更加清晰、详细地观测冠状动脉的狭窄程度、病变位置和形态,对微小病变的诊断更加精确。同时对于复杂的冠状动脉疾病,冠状动脉造影能准确评估,为治疗提供可靠依据,因此被视为诊断冠心病的“金标准”。

但由于静脉桥病变的独特性,例如较高程度的钙化、受累面积的弥漫以及吻合口位置的易变性,这无疑为冠状动脉造影带来了诸多挑战:往往需更长的手术时间、更高剂量的造影剂以及可能出现更多的并发症,例如卒中和造影剂肾病^[12]。

因有创冠状动脉造影有诸多不良反应,所以现阶段

有许多研究在探寻新的诊断手段,在这之中,冠状动脉 CT 血管成像(coronary artery computed tomography angiography, CCTA)凭借其安全性,且其发现病变的能力不低而脱颖而出。几年前就有研究^[13]表明 CCTA 在检测静脉桥病变中的高效性,且这些观测数据的灵敏度和特异度均 > 95%。最近一项大型临床试验 BYPASS-CTCA^[14]发现,在有创冠状动脉造影前行 CCTA,能减少操作时间,降低造影剂肾病的发生率,且患者的满意程度明显更高。这些数据均表明,CCTA 为冠状动脉造影提供了非常重要的信息,且更加有利于快速找到静脉桥,节约冠状动脉造影的时间和造影剂用量,CCTA 与冠状动脉造影在诊断静脉桥病变过程中形成了很有利的互补。

3 静脉桥病变介入干预策略

对于静脉桥病变的介入治疗,需考虑以下问题:究竟应先考虑静脉桥的介入还是原位血管的介入?以及静脉桥介入过程中的诸多相关事项,例如支架的选择,是否应在支架植入前进行预扩张,以及辅助装置在其中应用研究的讨论。

3.1 介入方式的选择

相比于原位血管,静脉桥的介入往往更加困难,其原因如下:原位血管病变的进展通常需数十年的时间,但静脉桥病变的进展往往只需数月的时间,静脉桥的粥样斑块病变范围往往更加弥漫,其斑块往往更加松软和脆弱,其粥样斑块的纤维帽往往更加稀薄,钙化程度更加严重,斑块内往往含有更多的血栓性物质和炎性细胞,其发生慢性完全闭塞的概率更高。

早期有很多观察性研究已得出相关结论。Farag 等^[15]通过对 PubMed 和 Cochrane 数据库内文献进行了结构化检索及分析,最终得出结论:相比于静脉桥的介入,原位血管的介入往往伴随着更低的近期和远期主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular event, MACE)发生率($OR = 0.51, 95\% CI 0.45 \sim 0.57, P < 0.001$)。其 MACE 主要包括死亡、心肌梗死、靶病变再次血运重建、靶血管重建率等。Abdelrahman 等^[16]则发现,在透视时间和造影剂剂量相同的情况下,相比于静脉桥介入,原位血管介入术中更能达到前向血流 TIMI 3 级,且无复流现象发生率更低(0.4% vs 10%, $P < 0.001$)。Mavroudis 等^[17]通过对静脉桥及原位血管介入患者进行为期 3 年的随访发现,静脉桥介入患者术后的靶血管重建率可达原位血管介入患者的 5 倍,并指出其主要由支架内再狭窄所致,且前者的中位生存期低于后者。此外,该文作者还分析讨论了不同危险因素对靶血管重建率与死亡的影响,最终发现糖尿病和外周血管疾病是靶血管重建的预测因素,而

慢性肾衰竭及左心室功能受损病史则为死亡的预测因素。Brilakis 等^[18]则发现,在长期随访过程中,相比于原位血管介入,静脉桥介入患者的死亡率增高了 30%,心肌梗死发生率增高了 61%,重复血管重建的发生率增高了 60%。因此,2021 年 ACC/AHA/SCAI 冠状动脉血管重建术指南^[19]指出,相比于静脉桥介入,原位血管介入往往有着更好的预后(推荐等级为 IIa)。

PROCTOR 试验(NCT03805-48)^[20]是第一项对比 CABG 后患者再发静脉桥病变,分别采用原位血管和静脉桥介入后预后差异的临床随机对照研究,术后患者随访第 3 年的 MACE 发生率作为主要研究终点,其 MACE 主要包括全因死亡、非致死性靶冠状动脉心肌梗死和临床驱动的靶冠状动脉区域血运重建。且该试验预计在评估主要终点事件发生率后,随访期间进行侵入性冠状动脉造影。其次要研究终点则为术后随访第 1 年及第 5 年的 MACE 发生率、是否发生需肾脏替代治疗的肾衰竭,以及冠状动脉造影结果。该试验目前已完成了病例的入组,预计将于 2027 年完成试验并得出结论。

上述研究团队^[21]于 2025 年 10 月 28 日在《JACC》杂志上发表了其于术后随访 1 年的数据及结论,提出了与以往不同的结论:相比于原位血管,静脉桥血管 PCI 后 1 年临床预后更好,主要表现在有更低的 PCI 相关心肌梗死发生率及临床需求导向靶冠状动脉区域血运重建。但研究其数据发现,该试验存在一定的局限性:(1) 试验初期共入选 341 例患者,根据入选与排除标准进行筛选,最终实际入选的有 220 例患者,因此需考虑该试验最终数据样本量是否会影响到其试验结论的正确性;(2) 入选患者中大多数血管都存在慢性完全闭塞病变,因此需考虑其结论的普适性,即其样本是否能代表总体特征。除此之外,也提醒我们需进一步完善更多的关于静脉桥血管与原位血管 PCI 后预后相关的随机对照试验。

但若原位血管完全闭塞或由于原位血管严重钙化、迂曲或病变复杂使得导丝无法通过病变处进而使得介入失败,以及介入风险高或可能出现严重的并发症(如穿孔、夹层或无复流)时,若此时静脉桥血管情况相比而言较好且更适合行介入治疗,那么此时也应考虑选择静脉桥血管作为介入通路。

3.2 穿刺途径的选择

尽管早期观察性研究表明经桡动脉途径和经股动脉途径具有相同的成功率,但试验数据^[22]表明,相比于桡动脉穿刺途径,股动脉穿刺途径所需的对比剂和辐射剂量更少。临床试验 RADIAL CABG 发现,经桡动脉途径相对经股动脉途径,需更高剂量的对比

剂、更长的操作时间、患者会接受空气中更多的射线暴露以及操作者会接受到更多的辐射剂量。

然而,另一项回顾性分析^[23]却显示,经桡动脉途径相比于经股动脉途径,需更少的导管数量以及更低剂量的造影剂。且相比于经股动脉途径,经桡动脉途径患者的满意程度更高^[24]。除此之外,诸多观察性研究^[24]发现经桡动脉途径往往伴随着更少的血管并发症,并缩短了患者的住院时间。因此现在临床上大多数患者还是优先使用经桡动脉途径。

3.3 支架的选择

对于原位血管病变,先前的研究(例如 DIVA 试验)表明药物洗脱支架和金属裸支架在患者的死亡率和心肌梗死发生率上无显著性差异^[25-26],但相比于金属裸支架,药物洗脱支架能降低靶血管重建率,但此临床效益仅维持了 5 年,5 年后便出现了“追赶”现象^[27]。Mølsted 等^[28]最近的研究也得出类似的结论。此外,最近 Saidi-Seresht 等^[29]利用 SCAAR 临床数据^[30]进行回顾性研究并得出结论:在过去的 10 年中,使用了新型药物洗脱支架的患者术后虽然出现了较多的远期不良反应,但其总体的支架和病损相关结局得到了改善。由于该试验在设置队列时忽略了性别和种族等因素的差异,因此此研究结果仍有待进一步验证。此外,Kuna 等^[31]通过对比分析静脉桥支架内再狭窄患者的预后得出结论:静脉桥支架内再狭窄的介入预后与支架的种类无统计学相关。

最近 Fahmi 等^[32]通过 BASKET-SAVAGE 试验发现,药物洗脱支架疗效显著优于金属裸支架,且随着时间推移持续获益。该试验的主要终点是随访 1 年时 MACE 的发生率,其中药物洗脱支架组和金属裸支架组发生率分别为 2.2% 和 16.0% ($HR = 0.14, 95\% CI 0.03 \sim 0.64, P = 0.01$),其 MACE 主要包括心源性死亡、非致死性心肌梗死和靶血管重建。次要终点为随访 5 年时 MACE 的发生,其中药物洗脱支架组和金属裸支架组发生率分别为 35.5% 和 56.1% ($HR = 0.40, 95\% CI 0.23 \sim 0.68, P < 0.01$)。

另有研究表明,相对支架尺寸缩小可能对静脉桥病变治疗有益,经血管内超声显示其能在不增高血运重建率的情况下降低围手术期心肌梗死的发生率。

3.4 支架植入方式的选择

早期回顾性研究表明,支架后扩张可能会导致斑块从支架结构空隙中凸出(又称为“奶酪磨碎器效应”),进而导致远端血栓和围手术期心肌梗死的发生,因此提议对于静脉桥病变首选直接支架植入治疗。

最近 Latif 等^[33]进行了一项临床随机对照研究(DIVA 试验),通过分析直接支架植入和球囊预扩张

后再植入支架患者的预后得出结论:在对患者的长期随访中,二者的靶血管重建率无显著性差异,直接支架植入组与球囊预扩张后再植入支架组的靶血管重建率分别为 15% 和 19% ($HR = 1.34, 95\% CI 0.86 \sim 2.08, P = 0.19$),但直接支架植入组发生支架内再狭窄的概率明显低于另一组。在平均 2.7 年的随访中,直接支架植入组与球囊预扩张后再植入支架组支架内血栓发生率分别为 1% 和 5% ($HR = 9.20, 95\% CI 1.23 \sim 68.92, P = 0.0085$);明确或可能的支架内血栓形成的复合物发生率分别为 5% 和 11% ($HR = 2.53, 95\% CI 1.23 \sim 5.18, P = 0.009$);靶血管区心肌梗死发生率分别为 8% 和 4% ($HR = 1.92, 95\% CI 1.08 \sim 3.40, P = 0.023$)。

关于以上现象,现有一些机制可解释:静脉桥主体的病变往往表现为更软和易脆的斑块,往往需更少的预处理。球囊扩张可能会导致病变远端血栓栓塞,这可能会导致供血区的心肌损伤以及阻碍心肌的血流。球囊扩张可能会导致更广泛的静脉桥壁的损伤,进而导致新生内膜和新发动脉粥样斑块的形成,进而形成支架内血栓或再狭窄。但若静脉桥狭窄过于严重,这时也往往需进行预扩张处理,以便在病变部位产生通道后植入远端保护装置等辅助装置^[33]。

3.5 辅助装置或技术的使用

在静脉桥介入过程中,可使用一些辅助装置或技术帮助预防及避免一些术中常见的并发症,例如远端保护装置、准分子激光冠状动脉消融术等。

远端保护装置是指在 PCI 术中,在病变部位的下游放置一个顺应性球囊以阻塞血流,并使用抽吸导管抽吸可能产生的小碎片,其目的旨在预防斑块碎片堵塞病变远端血管,从而减少不良临床事件的发生。但因其作用有限而在临床上具有争议,因此在 2014 年 ESC 指南^[34]中,将其推荐级别从 I 类降至 II a 类。

准分子激光冠状动脉消融术是一种最新提出的冠状动脉介入辅助技术,其旨在利用激光的光化学效应作用于局部病变,其发射的激光被组织吸收,组织内的化学键裂解而使组织溶解与蒸发,而由于其产生的产物是水、二氧化碳以及细胞大小的颗粒,因此相比于前面所提及的远端保护装置,其极大地降低了病变部位远端可能出现的微循环阻塞的风险^[14]。现在许多的临床试验数据^[35-36]表明,准分子激光冠状动脉消融术对复杂冠状动脉病变的治疗作用显著且其能显著改善患者的预后,因此奠定了其在静脉桥介入中的地位。2022 年心血管激光学会立场文件^[37]甚至建议将其作为远端保护装置治疗的补充和替代。但不可否认的是,准分子激光冠状动脉消融术可能会伴随

静脉桥夹层以及穿孔的出现,尤其是在静脉桥过于扭曲的情况下。

基于上述各项研究,我们对静脉桥病变介入治疗有了一个系统的认识。虽然现阶段的各个研究机制及其结论已较为完善,但仍有很多细节值得深入讨论。

4 小结与展望

近年来诸多研究探索了静脉桥病变的病理生理学机制以及静脉桥介入过程中的相关事宜,例如诊断方法、干预血管、穿刺途径、支架类型的选择等,以及新的辅助装置的使用,但现阶段的试验数量仍较少,而且大多为回顾性分析,因此未来需更多的随机对照试验来证实这些结论,以及探索发现更多新的手段及方法。

参考文献

- [1] 刘明波,何新叶,杨晓红,等.《中国心血管健康与疾病报告 2023》要点解读[J]. 中国心血管杂志,2024,29(4):305-324.
- [2] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization[J]. *EuroIntervention*, 2019, 14(14):1435-1534.
- [3] Karaaslan ÖÇ, Maden O, Kanal Y, et al. Association of CABG SYNTAX score with long term clinical outcomes in patients with acute myocardial infarction undergoing SVG PCI[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(11):3893-3902.
- [4] Back L, Ladwiniec A. Saphenous vein graft failure: current challenges and a review of the contemporary percutaneous options for management[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(22):7118.
- [5] Beerkens FJ, Claessen BE, Mahan M, et al. Contemporary coronary artery bypass graft surgery and subsequent percutaneous revascularization[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2022, 19(3):195-208.
- [6] Harskamp RE, Lopes RD, Baisden CE, et al. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: pathophysiology, management, and future directions[J]. *Ann Surg*, 2013, 257(5):824-833.
- [7] Xenogiannis I, Zenati M, Bhatt DL, et al. Saphenous vein graft failure: from pathophysiology to prevention and treatment strategies[J]. *Circulation*, 2021, 144(9):728-745.
- [8] Jeremy JY, Rowe D, Emsley AM, et al. Nitric oxide and the proliferation of vascular smooth muscle cells[J]. *Cardiovasc Res*, 1999, 43(3):580-594.
- [9] Osgood MJ, Hocking KM, Voskresensky IV, et al. Surgical vein graft preparation promotes cellular dysfunction, oxidative stress, and intimal hyperplasia in human saphenous vein[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 60(1):202-211.
- [10] Cheung-Flynn J, Song J, Voskresensky I, et al. Limiting injury during saphenous vein graft preparation for coronary arterial bypass prevents metabolic decompensation[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1):14179.
- [11] McKavanagh P, Yanagawa B, Zawadowski G, et al. Management and prevention of saphenous vein graft failure: a review[J]. *Cardiol Ther*, 2017, 6(2):203-223.
- [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.
- [13] Mushtaq S, Conte E, Pontone G, et al. Interpretability of coronary CT angiography performed with a novel whole-heart coverage high-definition CT scanner in 300 consecutive patients with coronary artery bypass grafts[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2020, 14(2):137-143.
- [14] Jones DA, Beirne AM, Kelham M, et al. Computed tomography cardiac

- angiography before invasive coronary angiography in patients with previous bypass surgery: the BYPASS-CTCA trial [J]. *Circulation*, 2023, 148 (18): 1371-1380.
- [15] Farag M, Brilakis ES, Gasparini GL, et al. Percutaneous coronary intervention of native artery versus bypass graft in patients with prior coronary artery bypass graft surgery[J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2022, 23(7) :232.
- [16] Abdelrahman A, Debski M, More R, et al. One-year outcomes of percutaneous coronary intervention in native coronary arteries versus saphenous vein grafts in patients with prior coronary artery bypass graft surgery [J]. *Cardiol J*, 2022, 29 (3) :396-404.
- [17] 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.
- [18] Brilakis ES, O'Donnell CI, Penny W, et al. 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.
- [19] Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [J]. *Circulation*, 2022, 145(3) :e4-e17.
- [20] de Winter RW, Walsh SJ, Hanratty CG, et al. Percutaneous coronary intervention of native coronary artery versus saphenous vein graft in patients with prior coronary artery bypass graft surgery: rationale and design of the multicenter, randomized PROCTOR trial [J]. *Am Heart J*, 2023, 257:20-29.
- [21] de Winter RW, Hoek R, Walsh SJ, et al. PCI of native coronary artery vs saphenous vein graft after prior bypass surgery: a multicenter, randomized trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2025 Oct 28; S0735-1097 (25) 09477-X. DOI: 10.1016/j. jacc. 2025. 09. 1577. Epub ahead of print.
- [22] Rigattieri S, Sciahbasi A, Brilakis ES, et al. Meta-analysis of radial versus femoral artery approach for coronary procedures in patients with previous coronary artery bypass grafting [J]. *Am J Cardiol*, 2016, 117(8) :1248-1255.
- [23] Israeli Z, Lavi S, Panchoy SB, et al. Radial versus femoral approach for saphenous vein grafts angiography and interventions [J]. *Am Heart J*, 2019, 210: 1-8.
- [24] 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.
- [25] Brilakis ES, Edson R, Bhatt DL, et al. Drug-eluting stents versus bare-metal stents in saphenous vein grafts: a double-blind, randomised trial [J]. *Lancet*, 2018, 391(10134) :1997-2007.
- [26] Patel NJ, Bavishi C, Atti V, et al. Drug-eluting stents versus bare-metal stents in saphenous vein graft intervention [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2018, 11 (11) :e007045.
- [27] Mehilli J, Pache J, Abdel-Wahab M, et al. Drug-eluting versus bare-metal stents in saphenous vein graft lesions (ISAR-CABG): a randomised controlled superiority trial [J]. *Lancet*, 2011, 378(9796) :1071-1078.
- [28] Mølsted PM, Nordrehaug JE, Steigen TK, et al. Drug-eluting versus bare-metal stents in saphenous vein grafts compared to native coronary vessels: The Norwegian Coronary Stent Trial Study [J]. *Cardiology*, 2022, 147(1) :14-22.
- [29] Saidi-Seresht S, James S, Erlinge D, et al. Outcome of saphenous vein graft percutaneous coronary intervention using contemporary drug-eluting stents: a SCAAR report [J]. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv*, 2024, 3(10) :102232.
- [30] Medranda GA, Nathan S. Contemporary saphenous vein graft intervention: new insights but still more questions [J]. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv*, 2024, 3 (10) :102282.
- [31] Kuna C, Wiedenmayer N, Bradaric C, et al. Ten-year outcomes after percutaneous coronary intervention of in-stent restenosis in saphenous vein grafts [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2023, 102(4) :646-654.
- [32] Fahmi G, Farah A, Engström T, et al. Long-term results after drug-eluting versus bare-metal stent implantation in saphenous vein grafts: randomized controlled trial [J]. *J Am Heart Assoc*, 2020, 9(20) :e017434.
- [33] Latif F, Uyeda L, Edson R, et al. Stent-only versus adjunctive balloon angioplasty approach for saphenous vein graft percutaneous coronary intervention: insights from DIVA trial [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2020, 13(2) :e008494.
- [34] Authors/Task Force members, Windecker S, Kolh P, 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.
- [35] Han Y, Jing QM, Wang QC, et al. Percutaneous recanalization of total saphenous vein graft occlusion with excimer laser treatment [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2020, 17 (4) :234-240.
- [36] 翟光耀, 孙铁男, 李响, 等. 准分子激光冠状动脉成形术治疗大隐静脉桥血管退行性变的前瞻性研究 [J]. *中华心血管病杂志*, 2023, 51(5) :490-496.
- [37] Golino L, Caiazzo G, Calabrò P, et al. Excimer laser technology in percutaneous coronary interventions: cardiovascular laser society's position paper [J]. *Int J Cardiol*, 2022, 350:19-26.

收稿日期:2025-01-22