

指南与共识

复杂冠心病血运重建策略内外科专家共识

复杂冠心病血运重建心脏团队决策研究协作组

摘要

复杂冠心病(包括冠状动脉多支病变和左主干病变)患者病变复杂、合并症多,血运重建是其主要治疗方式。目前常见的血运重建方式有经皮冠状动脉介入治疗和冠状动脉旁路移植术。两种技术不断进展,适应证不断更新。指南推荐由多学科心脏团队共同制定最佳血运重建策略,但仍存在决策灰区,且内外科专家之间存在技术认知盲区。本专家共识系统阐述了复杂冠心病血运重建策略高质量临床研究证据、内外科技术进展、心脏团队规范化流程并做出推荐,以期促进复杂冠心病最佳血运重建决策的制定。

关键词 复杂冠心病;血运重建证据;技术进展;心脏团队;共识

Expert Consensus on Revascularization for Complex Coronary Artery Disease

The Task Force for the Heart Team Research on Complex Coronary Artery Disease Revascularization.

Co-corresponding Authors: ZHENG Zhe, Email: zhengzhe@fuwai.com; DOU Kefei, Email: drdoukefei@126.com

Abstract

Patients with complex coronary artery disease (CAD), including left main disease and multi-vessel disease, often have complex coronary anatomy and multiple comorbidities. Revascularization (including percutaneous coronary intervention [PCI] and coronary artery bypass grafting [CABG]) is the main treatment method for these patients. With the continuous development of techniques and technologies, the indications for PCI/CABG have been constantly updated. Guidelines recommend a heart team for the decision making of the optimal myocardial revascularization strategies for complex CAD, but several uncertain indications still exist. In addition, there is a technical knowledge gap between cardiologists and cardiac surgeons. The present expert consensus comprehensively elaborates the high-quality clinical research evidence on complex CAD revascularization, the progress of PCI and CABG techniques, and the standardized process of the heart team, and makes recommendations based on the available evidence, aiming to improve the decision making of optimal revascularization for patients with complex CAD.

Key words complex coronary artery disease; revascularization evidence; technique process; heart team; consensus

(Chinese Circulation Journal, 2022, 37: 1073.)

复杂冠心病(包括冠状动脉多支病变和左主干病变)患者往往有更多合并症,自然预后差^[1],常需通过经皮冠状动脉介入治疗(PCI)或冠状动脉旁路移植术(CABG)进行血运重建治疗。由于病情复杂,临床指南推荐由多学科心脏团队共同制定最佳血运重建策略。随着冠心病内外科技术的进步和发展,PCI与CABG的适应证不断更新,但内外科医师对双方技术的最新进展了解不足,如何为患者选择最佳血运重建策略尚缺乏共识。因此,我们在2018年

欧洲心脏病学会(ESC)血运重建指南^[2]、中国心脏内外科冠心病血运重建专家共识^[3]、中国冠状动脉杂交血运重建专家共识(2017版)^[4]和高质量证据的基础上,针对病情相对稳定的复杂冠心病患者血运重建策略的选择和内外科技术进展,编写本专家共识。

1 证据较为明确的血运重建策略推荐

推荐使用SYNTAX评分指导左主干病变、三支病变合并或不合并糖尿病患者的血运重建方式的选

择。

1.1 左主干病变^[5-13]

(1) SYNTAX 评分 ≤ 22 分, CABG 和 PCI 均可, 同等推荐;(2) SYNTAX 评分 23~32 分, 优先推荐 CABG; 对于外科手术高危人群, PCI 也是合理的;(3) SYNTAX 评分 ≥ 33 分, 推荐 CABG, 不推荐 PCI。

1.2 三支病变^[10, 13-16]

(1) SYNTAX 评分 ≤ 22 分且不合并糖尿病, PCI 和 CABG 均可; 如合并糖尿病, 优先推荐 CABG;(2) SYNTAX 评分 > 22 分, 推荐 CABG, 不推荐 PCI。

1.3 糖尿病

合并糖尿病的冠心病患者, 若存在多支血管病变且预估外科手术风险可以接受, 优先推荐 CABG。

单纯使用 SYNTAX 评分可能会忽视临床因素,

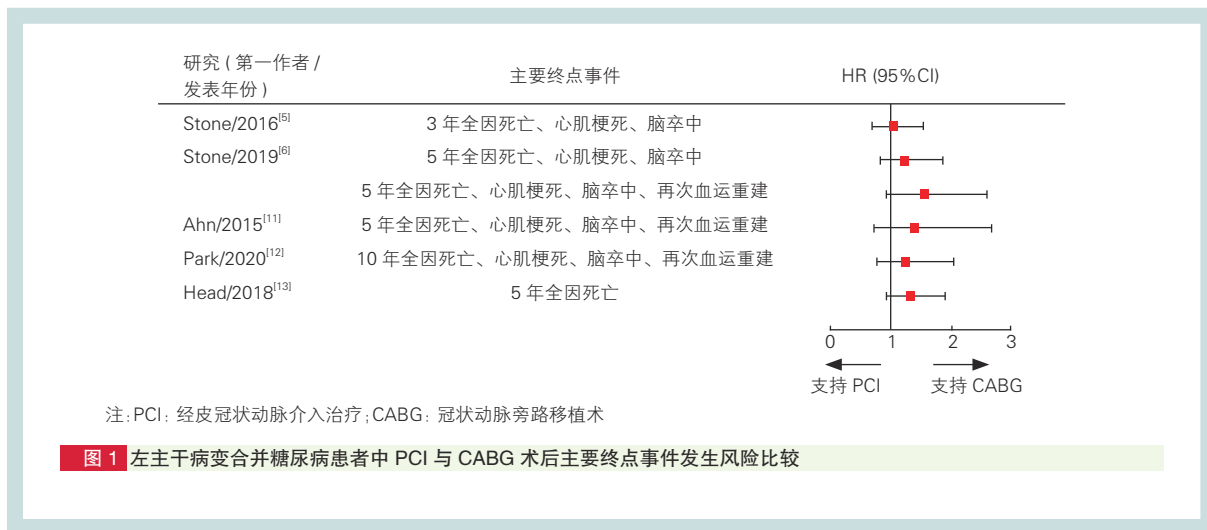
建议在制定决策时也要考虑临床因素, 使用 SYNTAX II 评分、中国 CABG 评分系统 (SinoSCORE) II 评分、美国胸外科医师协会 (STS) 评分、欧洲心脏手术风险评估系统 (EuroSCORE) II 评分等全面评价。

2 证据有待补充的血运重建策略推荐

对于一些影响血运重建策略的关键人群, 当前只有大规模观察性研究结果或大规模随机对照研究的亚组结果, 缺乏专门针对该人群设计的随机对照研究, 高级别证据有待补充。

2.1 合并糖尿病

对于三支病变合并糖尿病的患者, 血运重建策略选择证据较为充分, 而针对左主干病变合并糖尿病患者的证据尚不充足。对于左主干病变合并糖尿病的择期患者, PCI 和 CABG 的 3~5 年预后相似, 但 PCI 的再次血运重建风险更高 (图 1)。



2.2 年龄

患者年龄显著影响血运重建决策的制定, 老年和青年患者中 PCI 与 CABG 术后预后的对比证据^[17-19]见图 2。在老年患者中, 与 PCI 相比, CABG 与 3 年全因死亡风险降低相关。应根据老年患者的风险/获益比和预期寿命选择最佳策略。在青年患者中, CABG 与 PCI 在 38 个月全因死亡风险方面相似, PCI 的主要不良心脑血管事件发生风险更高, 主要归因于更高的再次血运重建和再入院风险。

2.3 体重指数 (BMI)

BMI 显著影响血运重建决策的制定, 图 3 汇总了异常 BMI 相对于正常 BMI (18.5~24.9 kg/m²) 对血运重建 2 年预后影响的证据。在接受 CABG 的患者中, 高 BMI 与全因死亡风险无显著相关性, 但与心

原性死亡风险增加显著相关, 低体重与全因死亡风险增加显著相关^[20]。在接受 PCI 的患者中, 高 BMI 与全因死亡风险降低显著相关, 而低体重与全因死亡风险增加显著相关。

2.4 外科手术风险

SinoSCORE II 评分是针对我国患者的 CABG 风险预测模型, 包含年龄、BMI、外周血管疾病史、慢性阻塞性肺疾病、NYHA 心功能分级、左心室射血分数和手术类型等相关临床因素^[21-22], 比 STS 风险评分和 EuroSCORE II 评分更适合中国人群。在临床决策中, 推荐首选 SinoSCORE II 评分进行 CABG 手术风险等级评定 (表 1)。对于手术风险高的患者, 应充分结合患者病情和承受能力选择合理的血运重建方式。

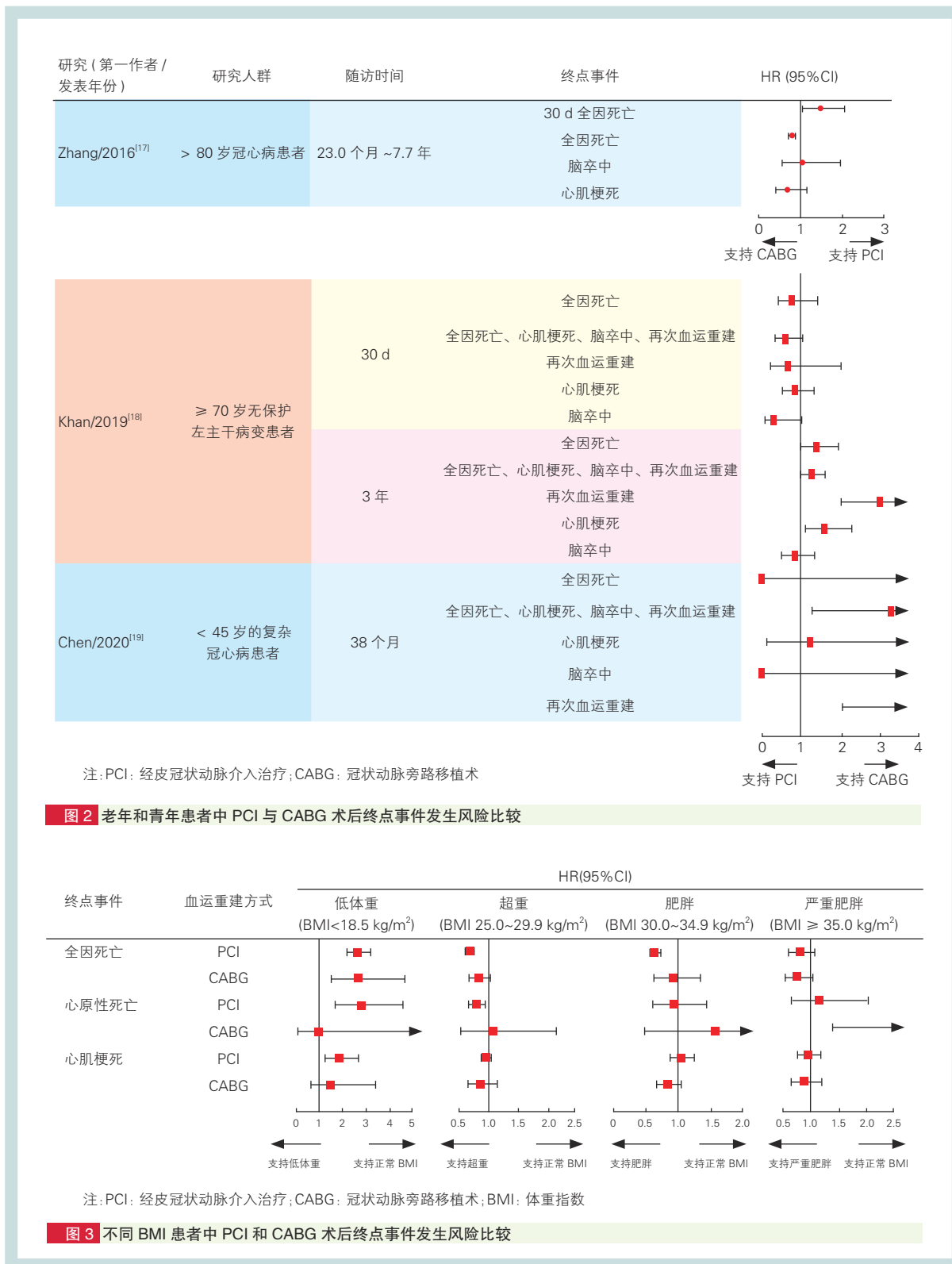


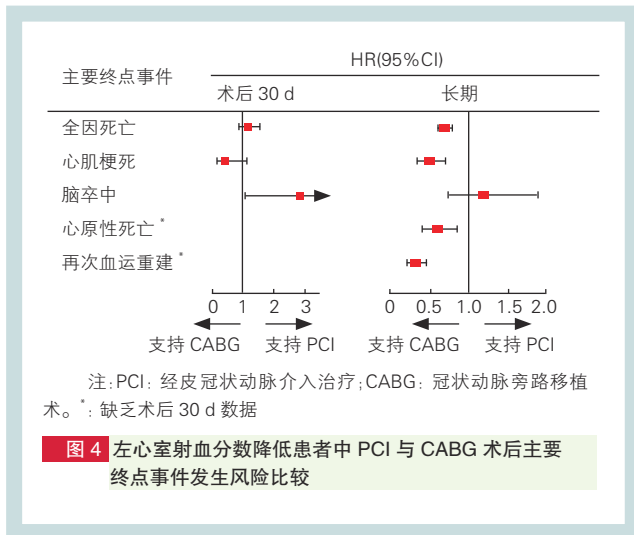
表 1 SinoSCORE II 评分风险分级标准

项目	低风险	中等风险	高风险
SinoSCORE II 评分 (分)	0~3	4~18	≥ 19
围术期死亡率 (%)	<1	1~4	>4

注: SinoSCORE II 评分: 中国冠状动脉旁路移植术评分系统

2.5 左心室射血分数降低

Meta 分析结果显示, 对于左心室射血分数降低 ($\leq 35\%$) 的患者, CABG 可带来更大的远期获益(图 4), 因此这类患者可考虑优先选择 CABG^[23-26]。

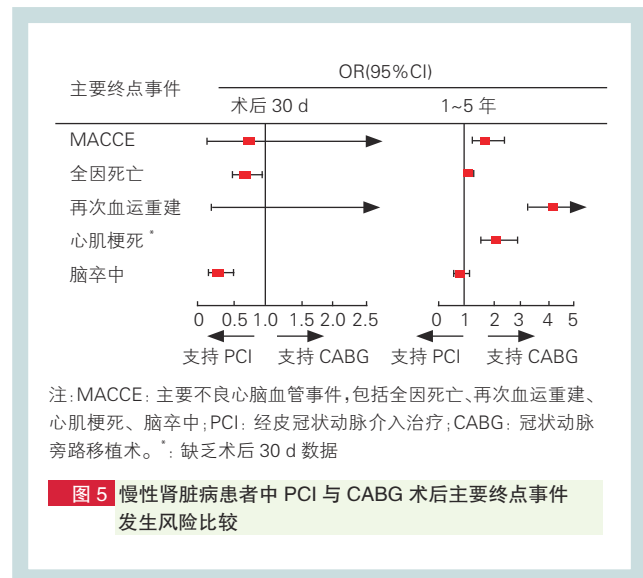


2.6 合并慢性肾脏病

Meta 分析结果显示, 对于慢性肾脏病患者, CABG 在 1~5 年主要不良心脑血管事件、全因死亡、再次血运重建和心肌梗死发生风险方面均优于 PCI, 但在脑卒中发生风险上, 二者相似(图 5)^[27]。

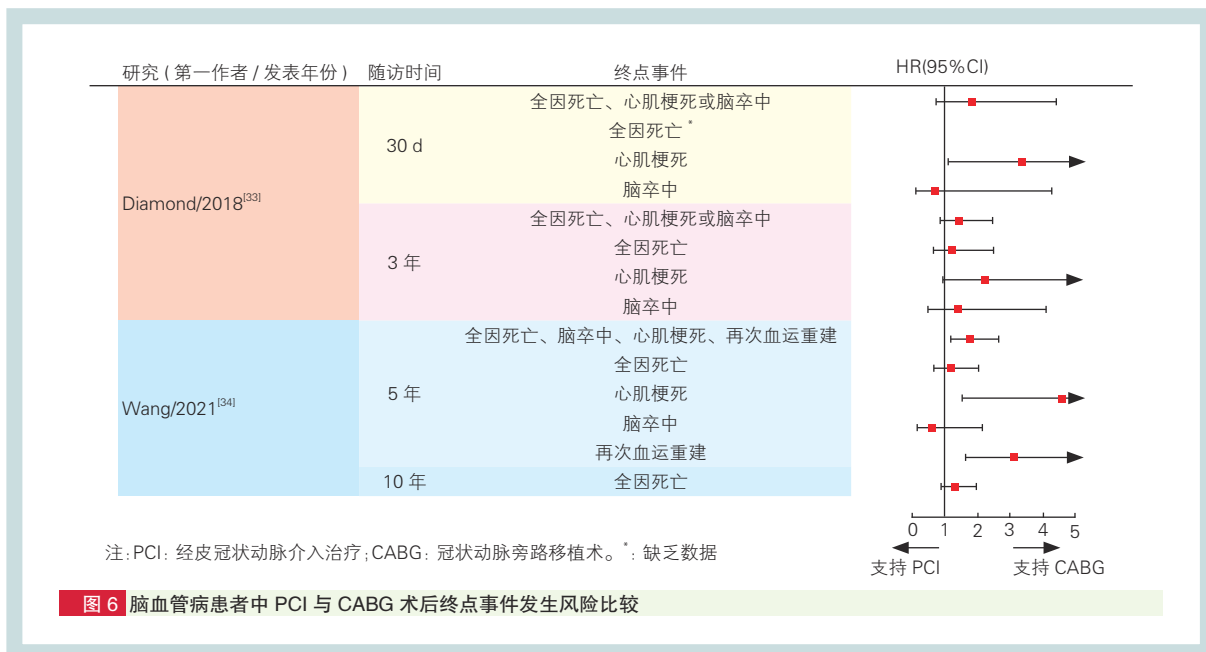
观察性研究提示, 对于非透析依赖性慢性肾脏病患者 [估算肾小球滤过率 $15\sim 60\text{ ml}/(\text{min}\cdot 1.73\text{ m}^2)$], 与 PCI 相比, CABG 围术期至术后 1 年的死亡风险更

高, 但中长期死亡及终末期肾病发生风险较低^[28-30]。对于终末期肾病患者 [估算肾小球滤过率 $< 15\text{ ml}/(\text{min}\cdot 1.73\text{ m}^2)$], CABG 的全因死亡和心肌梗死发生风险低于 PCI^[31]。接受肾移植的患者中 PCI 和 CABG 术后远期生存结局类似^[32]。



2.7 合并脑血管病

一些观察性研究对比了既往脑血管病患者中 PCI 与 CABG 术后短期及长期终点事件发生风险, 结果显示, PCI 和 CABG 在这类患者中的近远期主要不良心脑血管事件发生风险相似, CABG 在远期复合终点事件发生风险方面有获益趋势(图 6)^[33-34]。



2.8 合并心房颤动

目前,在复杂冠心病合并心律失常患者中对比 PCI 与 CABG 术后预后的研究证据非常有限。一项回顾性研究比较了 121 例接受 CABG 和 301 例接受 PCI 的冠心病合并心房颤动患者的 3 年结局;结果显示,接受 PCI 的患者中总生存率明显低于接受 CABG 的患者(72.0% vs. 86.4%, $P=0.006$),而心肌梗死(16.6% vs. 6.2%, $P=0.008$)、再次血运重建(14.7% vs. 1.8%, $P=0.001$)和主要不良心脑血管事件(42.6% vs. 21.1%, $P=0.001$)发生率均更高^[35]。

2.9 合并心脏瓣膜病

对于合并心脏瓣膜病的患者,建议根据心脏瓣膜病是否有手术指征来考虑血运重建策略:有指征者首选 CABG,无指征者根据患者冠状动脉及整体情况来制定血运重建决策。

2.9.1 合并二尖瓣疾病

(1)缺血性二尖瓣关闭不全(IMI),若中度以下且左室内径处于正常范围,推荐单纯进行血运重建治疗;(2)合并重度继发性二尖瓣反流且左心室射血分数 $>30\%$ 的患者,推荐行 CABG + 二尖瓣手术;(3)对于有效回流口面积 $>0.2\text{ cm}^2$ 和反流量 $>30\text{ ml}$ 的中度继发性二尖瓣反流患者,需经过心脏团队讨

论决定是否行 CABG+二尖瓣手术;(4)严重左心功能不全(左心室射血分数 $\leq 30\%$)或合并其他器官严重损害、手术风险极高的患者,可考虑杂交手术;可先行 PCI 对主要病变血管进行血运重建,部分改善左心功能及乳头肌功能,之后若 IMI 持续存在并损害心功能,则分期行二尖瓣手术,也可考虑由多学科心脏团队进行经导管二尖瓣缘对缘修复术。

2.9.2 合并主动脉瓣疾病

(1)对于合并严重主动脉瓣狭窄或关闭不全的患者,首选 CABG+主动脉瓣手术;对于外科手术风险高的患者,也可由经导管主动脉瓣置换术(TAVR)心脏团队讨论是否行 TAVR+PCI;(2)左心功能严重损害同时合并轻度中度关闭不全,血运重建(PCI 或 CABG)围术期需要主动脉内球囊反搏的可能性大,建议行 CABG + 主动脉瓣手术;(3)随着 TAVR 技术的发展,开展 TAVR 治疗必须由正式建制的 TAVR 心脏团队参与评估,综合评判手术方式。

综上所述,心脏团队在制定治疗决策时,不仅要对患者不同血运重建方式下的获益与风险评估结果达成基本共识,综合使用必要的评分体系,更要结合患者的一般情况和病变解剖特点,来制定个体化治疗决策(表 2)。

表 2 心脏团队选择复杂冠心病血运重建方式时应考虑的因素

项目	倾向于优选 PCI	倾向于优选 CABG
临床特征	存在严重合并症(评分未充分反映);高龄/虚弱/较短的预期寿命;活动受限及其他影响术后康复的情形	糖尿病;左心室射血分数下降($\leq 35\%$);存在双联抗血小板治疗禁忌;复发性弥漫性支架内再狭窄
解剖及技术因素	多支血管病变, SYNTAX 评分 0~22 分;由于桥血管质量差或缺失而无法实现外科血运重建;胸廓、脊柱畸形影响外科手术;胸部辐射后遗症;瓷化主动脉	多支血管病变, SYNTAX 评分 >22 分;由于解剖因素而无法实现 PCI 血运重建;严重的冠状动脉病变钙化导致病变部位扩张受限
需要联合治疗	-	升主动脉病变存在手术指征;同期心脏手术

注:PCI:经皮冠状动脉介入治疗;CABG:冠状动脉旁路移植术。-:无

3 外科最新进展

在 CABG 过去 50 年的发展历程中,关于如何改善桥血管通畅率和降低围术期并发症和脑卒中发生风险,产生了新的证据和观点。

3.1 桥血管的选择

桥血管远期通畅率与 CABG 术后预后相关,乳内动脉桥已成桥血管“金标准”。与传统静脉桥相比,双侧乳内动脉、桡动脉等桥血管的近远期通畅率明显改善(表 3)。多支动脉桥 CABG 甚至全动脉化 CABG 的远期桥血管通畅率和预后结果令人鼓舞。

表 3 不同桥血管的近远期通畅率

桥血管	通畅率(%)		
	1 年	中期(5~7 年)	远期(≥ 10 年)
静脉桥	81~98	75~86	50~60
No-touch(不接触技术)静脉桥	95~96	90	83
乳内动脉	93~96	88~98	85~95
桡动脉	89~92	90~98	89~91
胃网膜右动脉	92~97	80~90	62

3.2 非体外循环 CABG 技术进展

非体外循环 CABG (OPCABG) 指在不借助体外循环的情况下在跳动心脏上完成 CABG 的技术。该

技术避免了体外循环及升主动脉操作对患者的影响, 在特定的人群和情景中, OPCABG 仍具有潜在的获益(表 4) [36-38]。

表 4 选择 OPCABG 时应考虑的因素

项目	具体因素
适于 OPCABG	中心/外科医师经验丰富; 高龄; 女性; 脑卒中高风险; 主动脉钙化严重; 肺功能受损; 肝肾功能不全
不适于 OPCABG	中心/外科医师经验不丰富; 解剖位置困难; 靶血管走行于心肌内; 靶血管位于侧壁; 多支靶血管预期不能完成血运重建; 冠状动脉弥漫病变; 急诊手术

注: OPCABG: 非体外循环冠状动脉旁路移植术

但在 OPCABG 与体外循环 CABG (ONCABG) 均适宜的人群中, 基于随机对照研究的 Meta 分析提示, OPCABG 长期预后劣于 ONCABG (图 7) [39], 可能主要与 ONCABG 有利于桥血管吻合的实施有关。

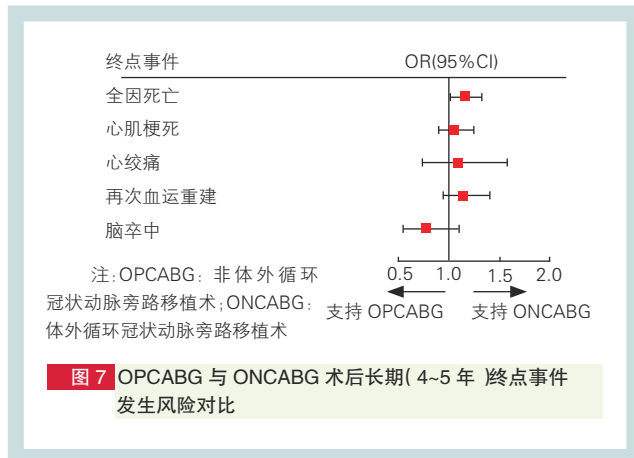


图 7 OPCABG 与 ONCABG 术后长期 (4-5 年) 终点事件发生风险对比

3.3 升主动脉不接触技术

升主动脉不接触技术目的是在心脏手术过程中避免任何程度的主动脉操作, 以减少升主动脉粥样硬化斑块碎裂脱落的风险, 减少术后脑卒中的发生, 包括非体外循环技术、原位桥血管旁路移植技术和双侧乳内动脉 Y 型桥技术。一项网状 Meta 分析对比了各种 CABG 技术的术后 30 d 脑卒中发生率, 结果发现, 相对于其他 CABG 术式, 采用升主动脉不接触技术 (非体外循环 + 无主动脉钳夹 + 原位乳内动脉旁路移植) 的 CABG 术后脑卒中、全因死亡、出血事件发生风险均明显降低 (图 8) [40]。升主动脉不接触技术适用于严重主动脉粥样硬化和钙化以及脑卒中高风险患者, 对外科医师要求较高 [41]。2018 年 ESC 血运重建指南推荐在 CABG 术中最小化主动脉操作 [2]。

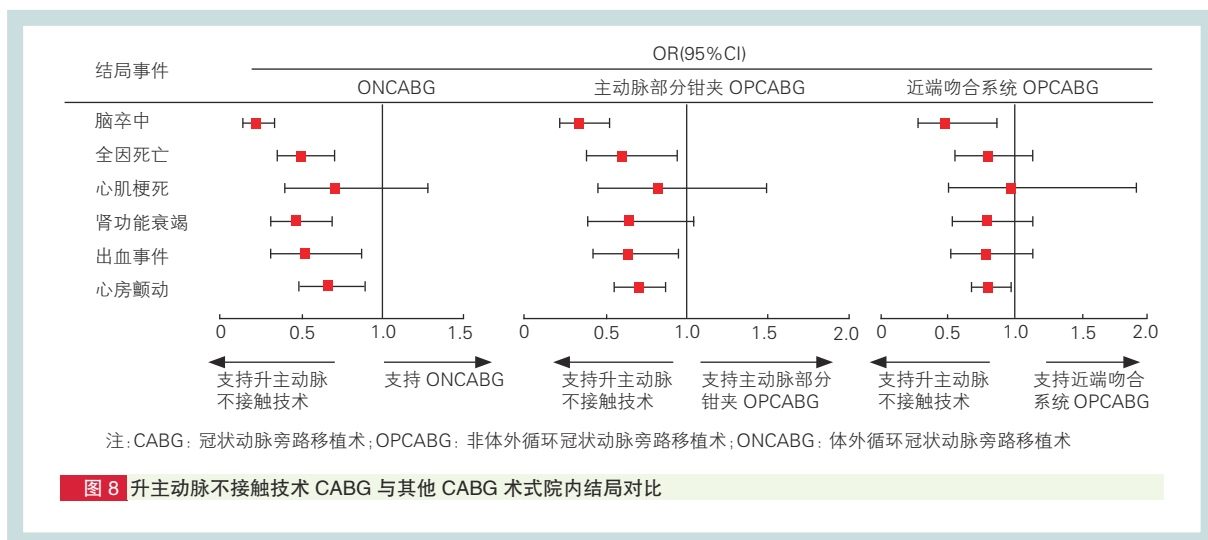


图 8 升主动脉不接触技术 CABG 与其他 CABG 术式院内结局对比

3.4 杂交冠状动脉血运重建 (HCR) 进展

HCR 是综合 CABG 和 PCI 两种手术方式的优点, 按计划同期或分期采用心脏不停跳下小切口行左乳内动脉至左前降支 CABG 和非左前降支病变血

管 PCI 相结合的血运重建治疗方式。与传统 CABG 相比, HCR 具有创伤小、并发症少、住院时间短的优势 [42]。直接比较 HCR 与 PCI、CABG 近远期结局的研究数量有限, 但总体显示 HCR 相比于其他血运

重建方式有优势(表 5)。

HCR 适用于 CABG 和 PCI 均为高风险、高难度

或者单一方法无法达到最佳疗效的左主干病变或累及左前降支近端的多支血管病变患者(表 6)。

表 5 HCR、PCI、CABG 术后远期(3~5 年)终点事件发生率

终点事件	发生率(%)		
	HCR	PCI	CABG
全因死亡、心肌梗死、脑卒中、再次血运重建	6.4~13.4	13.2~36.4	12.0~13.5
全因死亡	0.7~5.8	3.5~4.5	2.0~4.5
脑卒中	1.4~4.5	2.1~6.8	6.4~6.8
心肌梗死	0~5.8	4.3~7.5	2.1~8.0
再次血运重建	4.3~13.5	12.8~22.7	2.1~4.0

注:HCR:杂交冠状动脉血运重建;PCI:经皮冠状动脉介入治疗;CABG:冠状动脉旁路移植术

表 6 HCR 的适应证和禁忌证

项目	具体情况
HCR 适应证	(1)传统 CABG 显著受限,如升主动脉严重钙化、非左前降支靶血管条件较差(但适合行 PCI),缺乏合适的旁路血管材料等;(2)左前降支病变不适合行 PCI,如严重钙化、迂曲、弥漫甚至 CTO;(3)左主干病变合并或不合并其他分支病变,且不适合单独行 PCI;(4)合并严重的并发症,不能耐受体外循环或胸骨正中切开,如近期心肌梗死、肾功能不全、COPD;(5)年龄不是 HCR 的绝对影响因素,但高龄和年轻患者可能更适合 HCR
HCR 禁忌证	(1)靶血管不适合行 PCI;(2)抗血小板治疗禁忌;(3)严重肺功能不全无法耐受单肺通气;(4)胸廓严重解剖异常(扁平胸廓、肋间隙狭窄、脊柱侧弯等),无足够手术操作空间;(5)左侧胸腔外伤或疾病史、左侧胸膜严重粘连;(6)血流动力学不稳定;(7)预期左前降支难以显露、手术操作困难;(8)术中可能出现手术区域出血,或手术操作导致心脏、血管严重损伤;(9)左乳内动脉条件差、左前降支走行在心肌内

注:HCR:杂交冠状动脉血运重建;CABG:冠状动脉旁路移植术;PCI:经皮冠状动脉介入治疗;CTO:慢性完全闭塞;COPD:慢性阻塞性肺疾病

3.5 微创手术

与传统胸骨正中切口不同,微创手术通过微创切口完成桥血管的获取与吻合,既避免了胸骨正中切口

的巨大创伤,又保证了左乳内动脉等旁路血管的长期生存优势,可显著缩短术后住院时长及减少并发症(表 7)。微创手术的适应证和不适宜情况见表 8。

表 7 不同类型微创手术的预后情况

微创手术类型	手术时长(h)	死亡率(%)	脑卒中发生率(%)	开胸探查止血率(%)	透析率(%)	切口感染率(%)	ICU 停留时长(h)	住院时长(d)
非体外循环下小切口	2.6	1.0	0.5	2.7	0.8	1.3	35.2	6.1
胸腔镜辅助下小切口	3.5	0.8	0.4	1.4	1.3	1.8	23.3	5.5
体外循环下小切口	4.2	0.7	1.4	2.3	-	2.5	36.4	5.8
机器人辅助下小切口	4.0	0.4	0.4	1.9	1.4	0.7	28.3	5.4
全内镜下切口	5.3	1.3	1.0	3.4	0.4	1.0	31.1	5.2

注:ICU:重症监护病房。-:无

表 8 微创手术的适应证和不适宜情况

项目	具体情况
微创手术适应证	纵隔胸膜炎风险较高;有早期恢复社会功能的强烈需求;高龄
微创手术不适宜情况	急诊手术;严重胸廓畸形;影响单肺通气的严重肺部疾病;严重左心功能不全(可能需紧急体外循环);心脏扩大(不利于桥血管吻合);弥漫性多支血管病变;胸部放射史

4 PCI 最新进展

4.1 慢性完全闭塞(CTO)病变的处理

CTO 病变是指冠状动脉造影可见病变处 TIMI 血流分级 0 级、无血栓、近端纤维帽未染色、有成熟的侧支循环以及有明确证据表明闭塞时间 ≥ 3 个月。

4.1.1 CTO-PCI 诊疗进展

随着 CTO-PCI 技术发展及术者经验不断积累,大规模多中心注册研究提示在有经验的中心和术者中,CTO-PCI 已比较安全可靠,但不同中心及术者间的差异仍较明显(表 9)。

表 9 CTO-PCI 大规模多中心注册研究院内结果

项目	发生率 (%)
技术成功*	85.0~90.0
手术成功 [△]	85.0~89.0
主要不良心脑血管事件 [▲]	0.5~7.0
全因死亡	0~0.9
心肌梗死	0.1~2.6
脑卒中	0.1~2.2
靶血管再次血运重建	0~0.2
心包填塞	0.3~1.3

注: CTO: 慢性完全闭塞; PCI: 经皮冠状动脉介入治疗。*: 技术成功指导丝顺利通过 CTO 病变; [△]: 手术成功指术后冠状动脉恢复正常血流; [▲]: 主要不良心脑血管事件主要包括全因死亡、心肌梗死、脑卒中、再次血运重建

表 10 J-CTO 评分内容及应用

项目	具体内容
J-CTO 评分内容*	既往开通失败; 严重钙化; 闭塞段成角 $\geq 45^\circ$; 钝头样闭塞残端; CTO 病变长度 >20 mm
导丝通过成功难易程度评估(成功率)	0 分: 简单(92.3%); 1 分: 中等难度(58.3%); 2 分: 困难(34.8%); ≥ 3 分: 极困难(22.2%)
评估导丝通过困难的界值	多数研究以 ≥ 2 分作为决策界值

注: J-CTO: 日本多中心 CTO 注册研究; CTO: 慢性完全闭塞。*: 每一项均为 1 分

表 11 各 CTO-PCI 预测评分纳入的变量汇总

项目	具体内容
临床参数	既往开通失败; 闭塞时间 ≥ 12 个月; 既往行 CABG; 既往心肌梗死; 年龄 ≥ 75 岁(或 70 岁)
造影参数	严重钙化; 闭塞段成角 $\geq 45^\circ$; 钝头样残端; 近端纤维帽模糊不清; 开口闭塞; CTO 病变长度 >20 mm; 中度或重度迂曲; LCX-CTO; 缺乏供介入使用的侧支(或侧支 Rentrop 分级 <2 级)
CCTA 参数	多处闭塞; 钝头样残端; 钙化 $\geq 50\%$ 横截面积; 闭塞段成角 $\geq 45^\circ$

注: CTO: 慢性完全闭塞; PCI: 经皮冠状动脉介入治疗; CABG: 冠状动脉旁路移植术; LCX: 左回旋支; CCTA: 冠状动脉 CT 血管成像

4.1.3 CTO-PCI 主要治疗原则

冠状动脉 CTO-PCI 治疗全球专家共识提出 7 条治疗原则:(1)改善缺血症状是 CTO-PCI 的主要指征;(2)双侧冠状动脉造影和深入、系统地复习血管造影图像(如可能,还需复习冠状动脉 CT 血管成像结果),对于计划及安全实施 CTO-PCI 非常关键;(3)应用微导管对于优化导丝操作和交换非常必要;(4)CTO 开通策略:前向导丝升级技术、前向内膜下再进入技术和逆向导丝升级技术、逆向内膜下再进入技术是互补、必需的导丝通过策略,前向导丝升级技术是最常用的初始策略,逆向技术和前向内膜下再进入技术通常用于比较复杂的 CTO 病变;(5)如果初始选择的导丝通过策略失败,高效换用另一种替代导丝通过技术可提高 PCI 的最终成功率,缩短手术操作时间,减少辐射及对比剂的应用;(6)拥有专长于 CTO-PCI 的专家、达到一定的手术量及具备专用的相关设备,可提高导丝通过成功率,有利于预防和管理冠状动脉穿孔等并发症;(7)做好病变准备(预处理)和支架技术,通常需要进行冠状动脉腔内影像评估,以确保支架扩张到最佳程度,将短期和长期不良事件的发生风险降至最低。

4.1.2 决策制定指导工具进展

多项评分被建立用于预测 CTO 病变的治疗成功率,以辅助制定 CTO-PCI 决策,其中日本多中心 CTO 注册研究(J-CTO)评分应用最广,可对 CTO 介入治疗难度进行分级,指导临床选择血运重建策略(表 10)。除 J-CTO 评分外,各个国家和地区应用本土数据开发了多个评分模型,包括 RECHARGE、CASTLE、CL、ORA、PROGRESS-CTO、CT-RECTOR 评分等。这些评分的变量可用于辅助全面评估手术难度及指导治疗决策的制定(表 11)。

4.2 左主干分叉病变的处理

4.2.1 评估左主干分叉病变复杂性和边支血管闭塞风险的指标和模型

处理分叉病变应评估分叉病变复杂性和边支血管闭塞风险,从而决定治疗策略。目前评估分叉病变复杂性和边支血管闭塞风险的常用模型^[2, 43-46]和指标见表 12。其中,RESOLVE 评分主要基于冠状动脉定量分析参数建立,是一个基于国人数据的评分系统。V-RESOLVE 评分是在前者的基础上通过目测冠状动脉造影图像得出的评分系统,其区分度、预测能力与 RESOLVE 评分相似,V-RESOLVE 评分 ≥ 12 分预测分支闭塞的高危患者。

4.2.2 左主干分叉病变介入治疗技术进展

必要时支架术:必要时支架术又称边支补救技术,是简单分叉病变的首选术式(表 13)^[2, 47]。EXCEL 研究的亚组分析提示,对于左主干末端病变,如果左前降支或左回旋支开口未受累(分叉开口 <3 mm 且狭窄程度 $\geq 50\%$),必要时支架术策略的效果优于系统性双支架术策略^[48]。CIT-RESOLVE 研究显示,对于分支闭塞风险高的患者(V-RESOLVE 评

分 ≥ 12 分), 与常规分支保护策略(导丝拘禁技术或必要时支架术)相比, 积极的分支保护策略(球囊

拘禁技术或系统性双支架技术)可以降低分支闭塞风险^[49]。

表 12 评估分叉病变复杂性和边支血管闭塞风险的常用模型和指标

评估模型	具体指标
RESOLVE 评分 ^[43] 和 V-RESOLVE 评分 ^[44]	(1) 评估指标: 术前主支 TIMI 血流; 斑块分布位置; 分叉核直径狭窄程度; 分叉角度; 主支与分支直径比; 支架置入前分支狭窄程度;(2) V-RESOLVE 评分 ≥ 12 分为边支闭塞高风险
2018 年 ESC/EACTS 心肌血运重建指南 ^[2]	分支血管直径 ≥ 2.75 mm 且分支病变长度 > 5 mm; 预计主支支架后分支受累风险高且分支导丝难以进入的分叉病变
DEFINITION 标准 ^[45]	(1) 主要标准: 分支病变参考血管直径 ≥ 2.5 mm 且长度 ≥ 10 mm; 分支狭窄程度 $\geq 70\%$ (左主干分叉病变) 或 $\geq 90\%$ (非左主干分叉病变); (2) 次要标准: 中重度钙化; 多处病变; 分叉角度 $< 45^\circ$ 或 $> 70^\circ$; 主支直径 < 2.5 mm; 血栓病变; 主支病变长度 ≥ 25 mm; (3) 符合 1 个主要标准及任何 2 个次要标准, 即可判为复杂分叉病变
COBIS II 研究 ^[46]	术前分支狭窄程度 $\geq 50\%$; 分支病变的长度 [*] ; 主支狭窄程度 $\geq 50\%$; 急性冠状动脉综合征

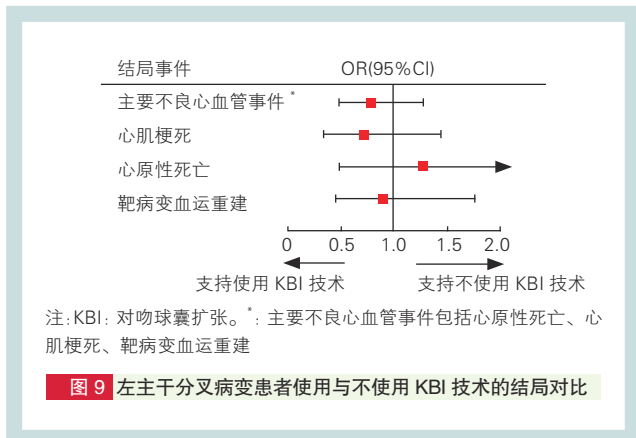
注: ESC: 欧洲心脏病学会; EACTS: 欧洲心胸外科协会。^{*}: 未给出病变长度的界定值

表 13 必要时支架术后 1 年和 3 年预后

项目	发生率 (%)	
	1 年	3 年
靶病变失败 [*]	10.7~14.7	16.9
全因死亡	2.5~3.0	5.0
心肌梗死	7.1~10.0	5.8
靶病变血运重建	5.5~6.1	10.3
支架内血栓形成	1.7~2.5	5.8

注:^{*}: 靶病变失败包括全因死亡、心肌梗死、靶病变血运重建

对吻球囊扩张(KBI)技术在必要时支架术中的应用价值: KBI 技术使用 2 个短的、最好是非顺应性球囊进行, 分叉的球囊最小程度地延伸到主干内, 球囊的直径应与分叉病变分支远端相匹配。主支支架置入后, 常规进行对吻扩张, KBI 技术带来的临床获益仍存在争议。Meta 分析提示, 绝大多数研究表明 KBI 技术并未降低主要不良心血管事件发生风险(图 9)^[50-55]。目前, 不建议单支架术式常规应用 KBI 技术, 但对于双支架技术, 包括必要时支架术中从单支架转换为双支架术式的情况, KBI 技术则是必需的。



双对吻挤压(DK crush)技术: 对于左主干末端的分叉病变, 因为分支血管直径往往较粗大, 与主支的成角较大, 分支导丝难以进入, 急性闭塞后可能导致严重不良事件, 推荐采用 DK crush 技术, 这可能更优于必要时支架术。DK crush 技术采用主支球囊 Crush 分支支架, 在扩张第二个支架前引入了第一次球囊对吻扩张, 不仅修复了边支支架近端扭曲的几何形态, 也对分支开口网眼进行了第一次充分扩张, 增加最终对吻的成功率。对于复杂分叉病变(包括左主干和非主干分叉病变), 推荐采用 DK crush 技术。

双导丝再进入挤压(DR crush)双支架技术: DR crush 双支架技术仍属于 Crush 技术系列, 其在第一次分支血管导丝再进入后, 应用序贯扩张而非对吻扩张。在扩张分支血管口部后, 应用球囊充分扩张主支血管, 使球囊扩张后的分支支架丝不会凸入主支血管, 保障了主支管腔的通畅, 确保主支支架顺利通过, 提高操作成功率; 而且针对不同类型的分叉病变(Y 型或 T 型分叉), 选择相应的导丝再进入分支位置(Y 型分叉经分支开口远端进入, T 型分叉经分支开口中段进入)。在避免导丝经支架与血管壁间进入的同时, 使分支支架凸入主支管腔的部分尽可能贴壁, 尽量避免形成金属界嵴, 不会促进支架内血栓形成, 使分叉血管最大程度接近正常血管的自然理想形态^[56-57]。大型心脏中心回顾性数据显示, DR crush 双支架术式的可行性和有效性较好(表 14)^[56]。

表 14 大型心脏中心 DR crush 双支架术式 2 年随访结果

结局事件	发生率 (%)
围术期心肌梗死	4.2
心肌梗死	2.1
靶血管血运重建	2.1
非靶血管血运重建	8.3
全因死亡	0

注: DR crush: 双导丝再进入挤压

4.3 冠状动脉生理学检查

当前已逐渐进入通过冠状动脉生理学指导 PCI 进行血运重建的时代。基于冠状动脉血流储备分数 (FFR) 和定量血流分数 (QFR) 的 SYNTAX 评分指导的 PCI 在预后方面优于基于传统解剖学的 SYNTAX 评分指导的 PCI, 但功能学 SYNTAX 评分指导 CABG 尚缺乏证据。PANDA III 研究后续分析显示, 基于 QFR 的功能学 SYNTAX 评分在左主干病变或多支血管病变预后风险分层上显著优于解剖学 SYNTAX 评分 (AUC: 0.65 vs. 0.62, $P=0.0009$), 6% 的患者在功能学 SYNTAX 评分指导下改变了血运重建策略^[58]。FAVOR III China 研究显示, 与传统冠状动脉造影指导 PCI 相比, QFR 指导 PCI 显著降低了术后 1 年主要不良心血管事件发生风险 (HR=0.65, 95% CI: 0.51~0.83)^[59]。FAME 3 研究显示, FFR 指导的 PCI 相比于 CABG, 1 年主要不良心血管事件发生率未达到非劣效性 (HR=1.5, 95% CI: 1.1~2.2, 非劣效性 $P=0.35$); 在 SYNTAX 评分 ≤ 22 分的亚组中, FFR 指导的 PCI 术后主要不良心血管事件发生率低于 CABG (5.5% vs. 8.6%)^[60]。

4.4 完全血运重建的讨论

多项观察性研究结果提示, 完全血运重建与远期获益显著相关。据此, 2018 年 ESC 血运重建指南首次指出, 在制定临床决策时应考虑实现完全血运重建的可能性, 选择可达到完全血运重建的治疗方案^[2]。但由于 PCI 和 CABG 的治疗原理差异, 两者期望达到的完全血运重建目标不同。随着冠状动脉生理学评估的发展及广泛认可, PCI 的目标是实现功能学完全血运重建, 即所有有缺血或血流动力学证据的病变成功进行血运重建。而由于功能学对 CABG 的指导意义尚不明确, CABG 的主要目标仍是实现解剖学血运重建, 即直径 ≥ 1.5 mm 且狭窄 $\geq 50\%$ 的冠状动脉成功血运重建^[61]。

但是, 应当指出的是, 不惜一切代价实现完全血运重建可能会使有多种合并症和病变复杂的患者暴露于更多的手术并发症以及支架再狭窄或桥血管衰败, 从而削减完全血运重建的获益。因此, 在病变复杂或有多种合并症等情况下, 可以考虑由心脏团队综合评估获益和风险后给出“姑息性不完全血运重建策略”^[61]。

5 心脏团队讨论并制定决策

2018 年 ESC 血运重建指南推荐由多学科心脏团队对复杂冠心病患者进行“联合会诊”, 对患者的临床及影像学资料进行全面评估, 共同制定最佳血

运重建策略^[2]。心脏团队的规范化实践要点推荐见下文^[62]。

5.1 心脏团队构成

(1) 常规复杂冠心病心脏团队必须包含心脏外科和心脏介入医师, 必要时增加非介入心内科、影像科、超声科、麻醉科、体外循环科、护理等成员; (2) 各学科人员数量: 各学科间人数均衡, 推荐心脏外科医师 ≥ 2 名, 心脏介入医师 ≥ 2 名, 必要时可增加其他学科医师参与, 每学科医师 ≥ 1 名。

5.2 专家遴选

在条件允许的情况下, 推荐由具有一定资质和水平的多学科医师组成心脏团队: (1) 心脏外科医师 CABG 手术总量 ≥ 200 例、可完成 ONCABG 和 OPCABG, 有血运重建相关临床研究经验和循证医学素质者更优; (2) 心脏介入医师 PCI 手术量 ≥ 200 例/年, 左主干 PCI 手术量 ≥ 25 例/年, 可完成 CTO 病变的处理, 有血运重建相关临床研究经验和循证医学素质者更优。

5.3 团队成员培训

推荐在心脏团队组建后尽快对心脏团队成员进行培训, 培训应就最新临床研究证据、PCI 和 CABG 技术进展、风险-获益权重等达成共识, 并形成本单位的血运重建决策制定流程。

5.4 决策制定流程

在正式会议之前, 提前准备结构化患者信息清单供团队会议全面评估, 包括患者基本信息、病史及危险因素、冠心病症状、实验室检查结果、术前有创和无创检查结果、临床评分 (SYNTAX 评分、SYNTAX II 评分、STS 评分、SinoSCORE 评分)。在条件允许的情况下, 可通过 25~50 例模拟病例讨论的形式促进团队成员的学科合作。在正式会议时, 推荐成员根据患者的一般情况和病变解剖特点综合评估, 团队成员轮流发言, 阐述决策及主要原因, 随后对证据和各手术可行性进行讨论, 最后进行二次独立决策的制定, 根据少数服从多数的原则获得团队决策。最终, 内外科医师分别与患者进行沟通, 结合患者意愿, 获得真实世界治疗方案。

编写组组长: 郑哲 (中国医学科学院阜外医院), 赛克非 (中国医学科学院阜外医院)

编写组成员 (按姓氏汉语拼音排序): 白明 (兰州大学第一医院), 卜军 (上海交通大学医学院附属仁济医院), 陈鑫 (南京市第一医院), 陈彧 (北京大学人民医院), 程翔 (华中科技大学同济医学院附属协和医院), 程兆云 (阜外华中心血管病医院), 董念国 (华中科技大学同济医学院附属协和医

院),董然(首都医科大学附属北京安贞医院),凤玮(中国医学科学院阜外医院),傅国胜(浙江大学医学院附属邵逸夫医院),高传玉(阜外华中心血管病医院),韩林(海军军医大学附属长海医院),金泽宁(首都医科大学附属北京天坛医院),李妍(第四军医大学唐都医院),李悦(哈尔滨医科大学第一附属医院),凌云鹏(北京大学第三医院),刘健(北京大学人民医院),刘志刚(泰达国际心血管病医院),马千里(河北医科大学第二医院),庞文跃(中国医科大学第二附属医院),宋现涛(首都医科大学附属北京安贞医院),陶凉(武汉亚洲心脏病医院),王辉山(北部战区总医院),王联群(天津市胸科医院),魏来(复旦大学附属中山医院),杨峻青(广东省人民医院),于波(哈尔滨医科大学附属第二医院),张奇(同济大学附属东方医院),赵强(上海交通大学医学院附属瑞金医院)

执笔人:林深(中国医学科学院阜外医院),马涵萍(中国医学科学院阜外医院),袁硕(中国医学科学院阜外医院),王浩宇(中国医学科学院阜外医院)

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2021 概要 [J]. 中国循环杂志, 2022, 37(6): 553-578. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3614. 2022. 06. 001.
- 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.
- 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.
- 中国冠状动脉杂交血运重建专家共识编写组. 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.
- Stone GW, Sabik JF, Serruys PW, et al. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease[J]. N Engl J Med, 2016, 375(23): 2223-2235. DOI: 10. 1056/NEJMoa1610227.
- Stone GW, Kappetein AP, Sabik JF, et al. Five-year outcomes after PCI or CABG for left main coronary artery disease[J]. N Engl J Med, 2019, 381(19): 1820-1830. DOI: 10. 1056/NEJMoa1909406.
- Mäkikallio T, Holm NR, Lindsay M, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial[J]. Lancet, 2016, 388(10061): 2743-2752. DOI: 10. 1016/s0140-6736(16)32052-9.
- Holm NR, Mäkikallio T, Lindsay MM, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in the treatment of unprotected left main stenosis: updated 5-year outcomes from the randomised, non-inferiority NOBLE trial[J]. Lancet, 2020, 395(10219): 191-199. DOI: 10. 1016/s0140-6736(19)32972-1.
- Morice MC, Serruys PW, Kappetein AP, et al. Five-year outcomes in patients with left main disease treated with either percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting in the synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery trial[J]. Circulation, 2014, 129(23): 2388-2394. DOI: 10. 1161/CIRCULATIONAHA. 113. 006689.
- Thuijs DJFM, Kappetein AP, Serruys PW, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with three-vessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomised controlled SYNTAX trial[J]. Lancet, 2019, 394(10206): 1325-1334. DOI: 10. 1016/s0140-6736(19)31997-x.
- Ahn JM, Roh JH, Kim YH, et al. Randomized trial of stents versus bypass surgery for left main coronary artery disease: 5-year outcomes of the PRECOMBAT study[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(20): 2198-2206. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2015. 03. 033.
- Park DW, Ahn JM, Park H, et al. Ten-year outcomes after drug-eluting stents versus coronary artery bypass grafting for left main coronary disease: extended follow-up of the PRECOMBAT trial[J]. Circulation, 2020, 141(18): 1437-1446. DOI: 10. 1161/CIRCULATIONAHA. 120. 046039.
- Head SJ, Milojevic M, Daemen J, et al. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data[J]. Lancet, 2018, 391(10124): 939-948. DOI: 10. 1016/S0140-6736(18)30423-9.
- Park SJ, Ahn JM, Kim YH, et al. Trial of everolimus-eluting stents or bypass surgery for coronary artery disease[J]. N Engl J Med, 2015, 372(13): 1204-1212. DOI: 10. 1056/NEJMoa1415447.
- Head SJ, Davierwala PM, Serruys PW, et al. Coronary artery bypass grafting vs. percutaneous coronary intervention for patients with three-vessel disease: final five-year follow-up of the SYNTAX trial[J]. Eur Heart J, 2014, 35(40): 2821-2830. DOI: 10. 1093/eurheartj/ehu213.
- Farkouh ME, Domanski M, Dangas GD, et al. Long-term survival following multivessel revascularization in patients with diabetes: the FREEDOM Follow-On study[J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(6): 629-638. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2018. 11. 001.
- Zhang Q, Zhao XH, Gu HF, et al. Clinical outcomes of coronary artery bypass grafting vs percutaneous coronary intervention in octogenarians with coronary artery disease[J]. Can J Cardiol, 2016, 32(9): 1166. e21-e28. DOI: 10. 1016/j. cja. 2015. 12. 031.
- Khan MR, Kayani WT, Ahmad W, et al. Effect of increasing age on percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting in older adults with unprotected left main coronary artery disease: a meta-analysis and meta-regression[J]. Clin Cardiol, 2019, 42(11): 1071-1078. DOI: 10. 1002/clc. 23253.
- Chen X, Zhang X, Yan Y, et al. Second generation drug-eluting stent implantation versus coronary artery bypass grafting in the treatment of young patients with left main and/or multivessel coronary disease[J]. J Interv Cardiol, 2020, 2020: 6736704. DOI: 10. 1155/2020/6736704.
- Ma WQ, Sun XJ, Wang Y, et al. Does body mass index truly affect mortality and cardiovascular outcomes in patients after coronary revascularization with percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass graft? A systematic review and network meta-analysis[J]. Obes Rev, 2018, 19(9): 1236-1247. DOI: 10. 1111/obr. 12713.
- Hu Z, Chen S, Du J, et al. An in-hospital mortality risk model for patients undergoing coronary artery bypass grafting in China[J]. Ann

- Thorac Surg, 2020, 109(4): 1234-1242. DOI: 10. 1016/j. athoracsur. 2019. 08. 020.
- [22] Zheng Z, Zhang L, Li X, et al. SinoSCORE: a logistically derived additive prediction model for post-coronary artery bypass grafting in-hospital mortality in a Chinese population[J]. Front Med, 2013, 7(4): 477-485. DOI: 10. 1007/s11684-013-0284-0.
- [23] Pei J, Wang X, Xing Z, et al. Short-term and long-term outcomes of revascularization interventions for patients with severely reduced left ventricular ejection fraction: a meta-analysis[J]. ESC Heart Fail, 2021, 8(1): 634-643. DOI: 10. 1002/ehf2. 13141.
- [24] Nagendran J, Bozso SJ, Norris CM, et al. Coronary artery bypass surgery improves outcomes in patients with diabetes and left ventricular dysfunction[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 71(8): 819-827. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2017. 12. 024.
- [25] Sun LY, Gaudino M, Chen RJ, et al. Long-term outcomes in patients with severely reduced left ventricular ejection fraction undergoing percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting[J]. JAMA Cardiol, 2020, 5(6): 631-641. DOI: 10. 1001/ jamacardio. 2020. 0239.
- [26] Park S, Ahn JM, Kim TO, et al. Revascularization in patients with left main coronary artery disease and left ventricular dysfunction[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(12): 1395-1406. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2020. 07. 047.
- [27] Chen X, Zhang X, Yan Y, et al. The better option of revascularization in complex coronary artery disease patients complicate with chronic kidney disease: a review and meta-analysis[J]. Curr Probl Cardiol, 2021, 46(9): 100886. DOI: 10. 1016/j. cpcardiol. 2021. 100886.
- [28] Ashrith G, Lee VV, Elayda MA, et al. Short- and long-term outcomes of coronary artery bypass grafting or drug-eluting stent implantation for multivessel coronary artery disease in patients with chronic kidney disease[J]. Am J Cardiol, 2010, 106(3): 348-353. DOI: 10. 1016/j. amjcard. 2010. 03. 037.
- [29] Charytan DM, Li S, Liu J, et al. Risks of death and end-stage renal disease after surgical compared with percutaneous coronary revascularization in elderly patients with chronic kidney disease[J]. Circulation, 2012, 126(11 Suppl 1): S164-S169. DOI: 10. 1161/ circulationaha. 111. 083568.
- [30] Milojevic M, Head SJ, Mack MJ, et al. The impact of chronic kidney disease on outcomes following percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with complex coronary artery disease: five-year follow-up of the SYNTAX trial[J]. EuroIntervention, 2018, 14(1): 102-111. DOI: 10. 4244/ eij-d-17-00620.
- [31] Chang TI, Shilane D, Kazi DS, et al. Multivessel coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention in ESRD[J]. J Am Soc Nephrol, 2012, 23(12): 2042-2049. DOI: 10. 1681/asn. 2012060554.
- [32] Herzog CA, Ma JZ, Collins AJ. Long-term outcome of renal transplant recipients in the United States after coronary revascularization procedures[J]. Circulation, 2004, 109(23): 2866-2871. DOI: 10. 1161/01. Cir. 0000129317. 12580. 68.
- [33] Diamond J, Madhavan MV, Sabik JF 3rd, et al. Left main percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with prior cerebrovascular disease: results from the EXCEL trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2018, 11(24): 2441-2450. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2018. 09. 008.
- [34] Wang R, Takahashi K, Garg S, et al. Ten-year all-cause death following percutaneous or surgical revascularization in patients with prior cerebrovascular disease: insights from the SYNTAX Extended Survival study[J]. Clin Res Cardiol, 2021, 110(10): 1543-1553. DOI: 10. 1007/s00392-020-01802-x.
- [35] Gunn J, Kuttala K, Kiviniemi T, et al. Outcome after coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention in patients with atrial fibrillation and oral anticoagulation[J]. Ann Med, 2014, 46(5): 330-334. DOI: 10. 3109/07853890. 2014. 907025.
- [36] Kowalewski M, Pawlitzak W, Malvindi PG, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting improves short-term outcomes in high-risk patients compared with on-pump coronary artery bypass grafting: meta-analysis[J]. J Thorac Cardiovasc Sur, 2016, 151(1): 60-77. e61-58. DOI: 10. 1016/j. jtcvs. 2015. 08. 042.
- [37] Benedetto U, Lau C, Caputo M, et al. Comparison of outcomes for off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in low-volume and high-volume centers and by low-volume and high-volume surgeons[J]. Am J Cardiol, 2018, 121(5): 552-557. DOI: 10. 1016/j. amjcard. 2017. 11. 035.
- [38] Afilalo J, Rasti M, Ohayon SM, et al. Off-pump vs. on-pump coronary artery bypass surgery: an updated meta-analysis and meta-regression of randomized trials[J]. Eur Heart J, 2012, 33(10): 1257-1267. DOI: 10. 1093/eurheartj/ehr307.
- [39] Smart NA, Dieberg G, King N. Long-term outcomes of on- versus off-pump coronary artery bypass grafting[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 71(9): 983-991. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2017. 12. 049.
- [40] Zhao DF, Edelman JJ, Seco M, et al. Coronary artery bypass grafting with and without manipulation of the ascending aorta: a network meta-analysis[J]. J Am Coll Cardiol, 2017, 69(8): 924-936. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2016. 11. 071.
- [41] Gaudino M, Angiolillo DJ, Di Franco A, et al. Stroke after coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention: incidence, pathogenesis, and outcomes[J]. J Am Heart Assoc, 2019, 8(13): e013032. DOI: 10. 1161/jaha. 119. 013032.
- [42] Moreno PR, Stone GW, Gonzalez-Lengua CA, et al. The hybrid coronary approach for optimal revascularization: JACC review topic of the week[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(3): 321-333. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2020. 04. 078.
- [43] Dou K, Zhang D, Xu B, et al. An angiographic tool for risk prediction of side branch occlusion in coronary bifurcation intervention: the RESOLVE score system (Risk prEdiction of Side branch OccLusion in coronary bifurcation interVEntion)[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8(1 Pt A): 39-46. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2014. 08. 011.
- [44] Dou K, Zhang D, Xu B, et al. An angiographic tool based on Visual estimation for Risk prEdiction of Side branch OccLusion in coronary bifurcation interVEntion: the V-RESOLVE score system[J]. EuroIntervention, 2016, 11(14): e1604-e1611. DOI: 10. 4244/ eijv11i14a311.
- [45] Chen SL, Sheiban I, Xu B, et al. Impact of the complexity of bifurcation lesions treated with drug-eluting stents: the DEFINITION study (Definitions and impact of complEx biFurcation lesIons on clinical outcomes after percutaneOus coronary InterVEntion using drug-eluting steNts)[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014, 7(11): 1266-1276. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2014. 04. 026.
- [46] Hahn JY, Chun WJ, Kim JH, et al. Predictors and outcomes of side branch occlusion after main vessel stenting in coronary bifurcation

- lesions: results from the COBIS II Registry (COronary Bifurcation Stenting)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62(18): 1654-1659. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.07.041.
- [47] Sawaya FJ, Lefèvre T, Chevalier B, et al. Contemporary approach to coronary bifurcation lesion treatment[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(18): 1861-1878. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.06.056.
- [48] Kandzari DE, Gershlick AH, Serruys PW, et al. Outcomes among patients undergoing distal left main percutaneous coronary intervention[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2018, 11(10): e007007. DOI: 10.1161/circinterventions.118.007007.
- [49] Dou K, Zhang D, Pan H, et al. Active SB-P versus conventional approach to the protection of high-risk side branches: the CIT-RESOLVE trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(9): 1112-1122. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.01.233.
- [50] Kini AS, Dangas GD, Baber U, et al. Influence of final kissing balloon inflation on long-term outcomes after PCI of distal left main bifurcation lesions in the EXCEL trial[J]. *EuroIntervention*, 2020, 16(3): 218-224. DOI: 10.4244/eij-d-19-00851.
- [51] Niemelä M, Kervinen K, Erglis A, et al. Randomized comparison of final kissing balloon dilatation versus no final kissing balloon dilatation in patients with coronary bifurcation lesions treated with main vessel stenting: the Nordic-Baltic Bifurcation Study III[J]. *Circulation*, 2011, 123(1): 79-86. DOI: 10.1161/circulationaha.110.966879.
- [52] Gwon HC, Hahn JY, Koo BK, et al. Final kissing ballooning and long-term clinical outcomes in coronary bifurcation lesions treated with 1-stent technique: results from the COBIS registry[J]. *Heart*, 2012, 98(3): 225-231. DOI: 10.1136/heartjnl-2011-300322.
- [53] Yu CW, Yang JH, Song YB, et al. Long-term clinical outcomes of final kissing ballooning in coronary bifurcation lesions treated with the 1-stent technique: results from the COBIS II Registry (Korean Coronary Bifurcation Stenting Registry)[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(10): 1297-1307. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.04.015.
- [54] Chen SL, Santoso T, Zhang JJ, et al. Clinical outcome of double kissing crush versus provisional stenting of coronary artery bifurcation lesions: the 5-year follow-up results from a randomized and multicenter DKCRUSH-II study (Randomized Study on Double Kissing Crush Technique Versus Provisional Stenting Technique for Coronary Artery Bifurcation Lesions)[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2017, 10(2): e004497. DOI: 10.1161/circinterventions.116.004497.
- [55] Liu G, Ke X, Huang ZB, et al. Final kissing balloon inflation for coronary bifurcation lesions treated with single-stent technique: a meta-analysis[J]. *Herz*, 2019, 44(4): 354-362. DOI: 10.1007/s00059-017-4647-1.
- [56] Zhang D, He Y, Yan R, et al. A novel technique for coronary bifurcation intervention: double rewire crush technique and its clinical outcomes after 2 years of follow-up[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2019, 93(S1): 851-858. DOI: 10.1002/ccd.28066.
- [57] Kirtane AJ. Re-wire but don't necessarily kiss twice for bifurcations treated with two stents: the DR-crush technique[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2019, 93(S1): 762-763. DOI: 10.1002/ccd.28158.
- [58] Zhang R, Song C, Guan C, et al. Prognostic value of quantitative flow ratio based functional SYNTAX score in patients with left main or multivessel coronary artery disease[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2020, 13(10): e009155. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009155.
- [59] Xu B, Tu S, Song L, et al. Angiographic quantitative flow ratio-guided coronary intervention (FAVOR III China): a multicentre, randomised, sham-controlled trial[J]. *Lancet*, 2021, 398(10317): 2149-2159. DOI: 10.1016/s0140-6736(21)02248-0.
- [60] Fearon WF, Zimmermann FM, De Bruyne B, et al. Fractional flow reserve-guided PCI as compared with coronary bypass surgery[J]. *N Engl J Med*, 2022, 386(2): 128-137. DOI: 10.1056/NEJMoa2112299.
- [61] Gaba P, Gersh BJ, Ali ZA, et al. Complete versus incomplete coronary revascularization: definitions, assessment and outcomes[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18(3): 155-168. DOI: 10.1038/s41569-020-00457-5.
- [62] Ma H, Lin S, Li X, et al. Optimal heart team protocol to improve revascularization decisions in patients with complex coronary artery disease: a sequential mixed method study[J]. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2022, 8(7): 739-749. DOI: 10.1093/ehjqcc/qcab074.

(收稿日期:2022-09-21)

(编辑: 朱柳媛)