

· 指南与共识 ·

缺血性心肌病血运重建专家共识

中华医学会心血管病学分会 中华心血管病杂志编辑委员会

通信作者:袁祖贻,西安交通大学第一附属医院心内科,西安 710061, Email: zuyiyuan@mail.xjtu.edu.cn;袁晋青,中国医学科学院阜外医院心内科,北京 100037, Email:jqyuanfw@126.com;韩雅玲,解放军北部战区总医院心血管内科,沈阳 110016, Email:hanyaling@263.net

【摘要】 缺血性心肌病是导致左心室射血分数下降最常见的原因。理论上,通过早期血运重建改善静息血流和血流储备、挽救冬眠心肌,可能在阻止和逆转心室重塑方面起到决定性作用。然而,由于缺血性心肌病患者的心功能严重受损,且冠状动脉病变往往较复杂,因此行血运重建的风险较高。目前关于血运重建能否改善缺血性心肌病患者的预后仍存争议。为了总结缺血性心肌病血运重建相关的最新进展、规范临床诊疗,中华医学会心血管病学分会、中华心血管病杂志编辑委员会组织国内心血管病学专家撰写了该共识,明确缺血性心肌病血运重建前的评估流程、治疗方式的选择及术中风险防范及处理等。

【关键词】 心力衰竭; 缺血性心肌病; 血运重建; 术前评估; 存活心肌

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2016YFC1301301);中国医学科学院医学与健康创新工程项目(2023-I2M-1-002)

Expert consensus on revascularization in ischemic cardiomyopathy

Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association; Editorial Board of Chinese Journal of Cardiology

Corresponding authors: Yuan Zuyi, Department of Cardiovascular Medicine, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China, Email: zuyiyuan@mail.xjtu.edu.cn; Yuan Jinqing, Department of Cardiology, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China, Email: jqyuanfw@126.com; Han Yaling, Department of Cardiology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, China, Email: hanyaling@263.net

缺血性心肌病是导致心力衰竭最常见的原因^[1-3],约 2/3 的慢性心力衰竭是由缺血性心肌病所引起,其预后明显差于非缺血性心肌病患者^[4]。有研究显示心肌梗死后 2 年心力衰竭的发病率约为 10%,6.5 年时高达 40% 以上^[5-6]。与未合并心力衰竭的患者相比,合并心力衰竭的冠心病患者临床合并症更多,出血及再次心肌梗死的发生率更高,治疗往往欠充分且死亡率更高^[6]。在缺血性心肌病

的发生发展中,冠状动脉病变的作用明确。理论上,通过血运重建恢复冬眠心肌区域的血供,能够缓解症状、改善左心室功能,从而改善患者的预后。然而,由于缺血性心肌病患者冠状动脉病变的解剖往往更为严重复杂,且心功能储备较差,导致血运重建手术风险高,同时存在诸多可能对预后产生不利影响的因素。因此,血运重建能否改善缺血性心肌病患者的预后,以及应选用何种血运重建方式仍

DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20241121-00722

收稿日期 2024-11-21 本文编辑 范姝婕 白洋

引用本文:中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会.缺血性心肌病血运重建专家共识[J].中华心血管病杂志,2025,53(4):343-355. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20241121-00722.



存争议。基于上述问题,中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化与冠心病学组和中华心血管病杂志编辑委员会,联合冠心病介入学组、心血管影像学组、中华医学会胸心外科分会的相关专家,结合国内外最新循证医学证据和我国临床实践,制定了缺血性心肌病血运重建专家共识。

缺血性心肌病的定义

1970 年 Burch 等^[7]首次提出缺血性心肌病的概念,即由严重冠状动脉狭窄引发的长期严重心肌缺血,并导致弥漫性心脏扩大、心功能障碍及心力衰竭的一种疾病。目前认为,缺血性心肌病通常是指由于冠状动脉疾病引起心肌变性、坏死和纤维化,并导致严重左心室功能障碍[左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)≤40%]的一种疾病,但尚无共识或正式定义,不包括由冠心病机械并发症引起的心功能不全,如室壁瘤、室间隔穿孔、乳头肌功能不全等。虽然 2006 年美国心脏协会和 2008 年欧洲心脏学会的声明对心肌病的定义和分类以及 2023 年欧洲心脏学会的心肌病管理指南对心肌病的分型均不包括冠状动脉疾病导致的心肌病^[8-10],但“缺血性心肌病”这一习惯术语仍被广泛应用。

缺血性心肌病患者的冠状动脉病变往往较为严重复杂,据统计三支病变者占 71%,双支病变者占 27%,单支病变者仅占 2%,而且所有病例均累及前降支,右冠状动脉受累者占 88%,回旋支受累者占 79%^[11]。另有研究根据冠状动脉病变程度对心力衰竭患者的预后价值,提出了更严格的缺血性心肌病的定义,应为至少符合以下条件之一的心力衰竭:(1)既往有心肌梗死或血运重建病史;(2)左主干或前降支近段≥75%的狭窄;(3)双支或三支冠状动脉狭窄≥75%。此类患者的预后明显差于非缺血性心肌病患者。只有右冠状动脉或回旋支单支病变,且无心肌梗死或血运重建病史的患者,其预后与非缺血性心肌病患者预后相似,可以被归类为非缺血性心肌病,提示可能存在其他原因所致的心力衰竭^[4]。

缺血性心肌病的病理生理机制

缺血性心肌病导致心功能障碍最重要的发生机制如下:(1)心肌血流显著受损和(或)冠状动脉

血流储备降低导致心肌细胞损失或功能降低;(2)心室负荷增加,多种神经内分泌因子激活,通过一系列复杂的分子和细胞机制,使心肌结构、功能和构型发生变化,导致心室重塑。早期重塑表现为心室壁变薄、心室扩张和收缩功能降低,而心肌纤维化和瘢痕形成则导致不可逆转的晚期重塑;(3)心室形态的变化可能导致瓣膜功能异常,如功能性二尖瓣反流等,进一步加重心功能不全;(4)冠状动脉痉挛、微循环障碍、炎症以及血管内皮功能障碍等多重原因参与引发心功能不全。

从细胞水平分析心肌缺血的病理生理变化,有助于判断血运重建的适应证。缺血性心肌病的发展过程中,有 3 个基本的病理生理学概念,即顿抑心肌、冬眠心肌和瘢痕心肌。顿抑心肌多出现于急性缺血后,虽恢复血流灌注,但心肌的功能障碍延迟恢复。冬眠心肌指的是静息时由于冠状动脉血流减少导致收缩功能降低,但通过提高血流量或降低氧耗仍可能达到全部或部分功能恢复的心肌。顿抑心肌和冬眠心肌两者也可同时存在。此外有假说认为心肌顿抑和冬眠是随时间进展的一个连续的过程。最初心肌顿抑时静息血流正常,但冠状动脉储备明显降低,任何需氧量增加的情况都可能再引起缺血发作,反复顿抑使心肌没有足够的时间恢复功能,并导致冠状动脉血流减少,从而进入冬眠状态。若持续不能恢复血流灌注,冬眠心肌则可能发生更广泛的组织学变化,进一步坏死、凋亡而失去活性,形成纤维化瘢痕。20%~50%的缺血性心肌病患者存在相当数量的存活冬眠心肌^[12-13]。理论上,通过早期血运重建改善静息血流和血流储备、挽救冬眠心肌,可能在阻止和逆转心室重塑方面起决定性作用。

血运重建前的评估

指南指导的药物疗法(guideline-directed medical therapy, GDMT)是缺血性心肌病患者治疗的基石,如β受体阻滞剂、血管紧张素受体-脑啡肽酶抑制剂/血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素Ⅱ受体阻滞剂、醛固酮受体拮抗剂、钠-葡萄糖协同转运蛋白 2 抑制剂、鸟苷酸环化酶激动剂等。在此基础上,实施冠状动脉血运重建可能逆转或减轻缺血对心肌的不良影响,进而改善预后。然而,缺血性心肌病患者往往存在多种高危因素,血运重建治疗的难度大、风险高。因此,制定治疗决策前应该对患



者血运重建的获益及风险进行充分评估,具体包括临床表现、冠状动脉解剖、心肌活性、风险评分等。

一、临床因素

应充分评估可能影响血运重建获益及风险的临床表现,包括病史、体格检查、实验室和影像学检查。需要重点关注的因素包括:(1)患者的临床表现,急性冠脉综合征还是慢性冠脉综合征、心绞痛的程度(有无缺血症状、加拿大心血管学会的心绞痛分级)、心力衰竭的程度;(2)是否已接受针对冠心病和心力衰竭的GDMT;(3)有无其他影响预后的因素如糖尿病、肾功能不全等;(4)是否合并不适宜血运重建的其他疾病^[14-16],如活动性出血、严重感染、主动脉夹层、脑血管疾病急性期、难以纠正的凝血功能障碍等。

二、影像学检查

1. 超声心动图:缺血性心肌病患者行超声心动图检测可及时、便捷、重复、可靠地动态评价心脏的结构、功能和治疗效果,如心脏大小、室壁运动异常、LVEF、瓣膜情况、是否有室壁瘤、是否存在心肌梗死后的机械并发症等,有助于风险分层、手术方式选择(如是否需要同期处理心脏瓣膜等)和随访观察^[16-18]。缺血性心肌病常以左心室及左心房扩大为主,可见局部室壁变薄,回声增强,室壁运动通常以节段性运动障碍为主,节段分布与病变血管供血范围常一致,表现为运动减弱、消失,甚至呈矛盾运动。部分患者心肌存在多发梗死灶或因慢性缺血形成广泛纤维化,心脏各腔室扩大,有时从超声上难以与扩张型心肌病鉴别,需结合病史及其他影像学检查。LVEF是反映左心室收缩功能的重要指标,本共识推荐改良双平面Simpson法评估LVEF。

2. 冠状动脉造影或冠状动脉CT血管造影:明确冠状动脉病变情况有助于确定心功能不全的原因,并指导缺血性心肌病的血运重建。本共识建议:(1)对于新近诊断为LVEF降低、病因不明的患者,建议评估冠状动脉病变情况,以协助明确病因;(2)对于明确冠心病或冠心病可能性较高的LVEF降低的患者,如经药物治疗仍有缺血症状或体征,如新发劳力性胸部不适、心绞痛恶化、新发室性心律失常、LVEF降低5%以上等,且无造影和血运重建禁忌,应行冠状动脉造影检查,酌情行冠状动脉腔内功能学或影像学评估,以明确冠状动脉病变的性质、程度和部位;(3)对于冠心病可能性较低的LVEF降低的患者,可行非侵入性检查如冠状动脉CT血管造影等进行初步筛查。

3. 存活心肌的评价:多种无创影像学检查能够协助明确心肌活性^[19],具体包括(1)负荷超声心动图,多巴酚丁胺负荷超声心动图可评价存活心肌的收缩功能储备;(2)钆增强心脏核磁显像,评价功能障碍心肌区域是否存在瘢痕组织;(3)单光子发射计算机断层扫描(single photon emission computed tomography, SPECT),SPECT采用铊-201或锝-99m作为放射性示踪剂,心肌摄取示踪剂需要完整的细胞膜,从而提示心肌存活;(4)氟-18-脱氧葡萄糖(¹⁸F-fluorodeoxyglucose, ¹⁸F-FDG)正电子发射断层成像(positron emission tomography, PET),可以同时评估心肌灌注和代谢。

一项研究比较了不同成像技术对冬眠心肌检测的预测价值,阴性预测值最高的是¹⁸F-FDG PET,阳性预测值最高的是多巴酚丁胺负荷超声心动图,¹⁸F-FDG PET居中^[20]。通常认为¹⁸F-FDG PET是评估心肌代谢和心肌活性最可靠的诊断方法。

目前,针对缺血性心肌病患者,有关心肌活性检查所指导的血运重建能否改善生存率,尚缺乏高质量的临床研究证据。观察性研究对心肌活性检查的价值无统一结论,且存在偏倚^[21-23]。一项荟萃分析显示,在有存活心肌的患者中,接受血运重建组的死亡风险低于单纯药物治疗组,而在无存活心肌的患者中两组的死亡率相近,但其纳入的观察性研究都存在一定偏倚,使结论的普适性受到限制^[24]。另有研究显示,血运重建的获益可能与冬眠心肌的数量有关,当冬眠心肌为5%时,药物治疗组的无事件生存率优于早期血运重建组,当冬眠心肌为10%时,两组无明显差异,当冬眠心肌>15%时,早期血运重建可能优于单纯药物治疗^[25]。有研究显示存活心肌面积越大,血运重建的效果就越好。一项荟萃分析认为,不同成像技术下,血运重建能够改善生存率的存活心肌的最佳阈值不同,¹⁸F-FDG PET测定为25.8%,多巴酚丁胺负荷超声心动图测定为35.9%,SPECT测定为38.7%^[26]。

然而,现有的随机对照试验均未显示心肌活性与血运重建获益之间存在关联。PPAR-2研究显示¹⁸F-FDG PET指导治疗组和常规治疗组的主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)累积发生率相近,但该研究方案偏离率高,限制了研究结果的临床意义^[27]。STICH研究的亚组分析显示,无论5年还是10年随访,均未发现心肌活性与血运重建获益之间的交互作用^[28]。REVIVED-BCIS2研究所纳入的患者均有中至大面



积存活心肌,但经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)组和药物组患者的死亡率和再住院率相近^[29]。REVIVED-BCIS2研究二次分析显示存活心肌量与PCI或单纯药物治疗后的结局之间不存在交互作用,即存活心肌检测并不能识别出能通过PCI获益的患者^[30]。

综上所述,在缺血性心力衰竭患者中,目前采用的存活心肌检测方法仍存在广泛争议。因此,心肌活性检查对于缺血性心肌病患者血运重建的指导作用,仍需进一步通过有足够统计学把握度且设计良好的随机对照试验来明确。现有的证据尚不支持将心肌活性检查作为判断是否行血运重建的唯一因素,应更关注靶血管供血区域的存活心肌,而非单纯看总量^[23]。

目前,欧美指南均未明确推荐或反对心肌活性检查^[14-15, 17-18]。在临床实践中,应根据患者的具体情况来决定是否行心肌活性检查。本共识建议下列情况可考虑心肌活性检查,(1)适合血运重建的区域内有中至大面积心肌梗死的患者;(2)针对血运重建风险高而获益不明的患者,可行心肌活性检查,以协助明确存活心肌的部位和恢复的可能性,从而更为精准地识别和评估为缺血存活心肌提供血液供应的靶血管^[22-23, 31-33]。

4. 心肌缺血的评估:通常认为左心室存在大面积可诱发性缺血(占左心室10%以上)是血运重建的指征^[15]。然而,应用心肌缺血的功能学检查指导缺血性心肌病患者的血运重建尚无充分证据。早期的一项灌注显像研究表明,在存在大面积心肌梗死(占左心室心肌10%以上)的患者中,可诱发性缺血程度与血运重建结局之间无交互作用^[34]。STICH研究的亚组分析显示,缺血性心肌病患者中无论有无可诱发性心肌缺血,血运重建后的死亡率相似^[35]。ISCHEMIA研究主要纳入左心室收缩功能正常的患者,研究显示缺血的严重程度与血运重建的获益之间无交互作用^[36],该研究的亚组分析提示,在至少有中度缺血的心力衰竭患者中,血运重建可能获益^[37],但这一结果主要来自只有28例LVEF 35%~45%的心力衰竭亚组患者,难以推广至整个缺血性心肌病人群。一项在缺血性心肌病患者中进行的回顾性倾向性评分匹配研究显示,在缺血范围>10%的患者中血运重建后MACE有下降的趋势,而在缺血范围<10%的患者中血运重建后MACE有增加的趋势,提示运动心肌显像对缺血性

心肌病患者的血运重建可能具有一定的指导作用^[38]。但该研究为回顾性研究,样本量较少,结论尚需进一步研究证实。

总之,负荷心肌显像可能有助于明确缺血症状的原因或识别需要血运重建的心肌,也有助于明确心肌缺血的程度和部位。通过功能影像学检查明确心肌缺血的部位及范围、存活心肌数量和为缺血存活心肌供血的冠状动脉,有助于患者从血运重建中获益。本共识建议对于冠状动脉病变复杂或血运重建风险高的患者,可行负荷心肌显像协助判断适合行血运重建的冠状动脉供血区域有无严重缺血。

三、血运重建的风险评估

外科手术风险评估会直接影响血运重建的策略,术前应结合患者的临床状况和风险预测模型(详见下述)评估总体风险。在预测模型中未反映但会影响手术风险的因素通常包括:(1)营养状况不良(如恶病质、严重营养不良等)及虚弱状态;(2)存在其他影响寿命及手术的合并疾病(无法治疗的恶性肿瘤、慢性肾病、脑血管病等);(3)无适合血运重建的血管;(4)合并需要外科手术的疾病(瓣膜病、先天性心脏病等);(5)有抗栓禁忌证、对GDMT的依从性不佳等。

目前,根据冠状动脉解剖结构、患者临床特征或两者相结合构建的多个血运重建的风险预测模型,有助于预测患者近期或远期预后。常用的风险模型包括美国胸外科医师协会(STS)评分、中国冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)评分系统(SinoSCORE) II 评分、欧洲心脏手术风险评估系统(EuroSCORE) II 评分、SYNTAX评分等。STS评分是基于美国行CABG的患者数据建立的评分并定期更新,用于预测CABG的不良预后^[39-40]。SinoSCORE II 是基于我国多中心的CABG患者建立的风险预测模型,能够评估围术期死亡率,更适合中国人群(<https://www.nccqi.org.cn/Center/SurgicalRiskCalc/Index>)^[41]。根据研究结果,分别以<第10百分位数、第10~90百分位数、>第90百分位数来界定危险分层,SinoSCORE II 0~3分为低危(死亡率<1%),4~18分为中危(死亡率1%~4%),≥19分为高危(死亡率>4%)。SYNTAX评分是基于冠状动脉病变解剖特点而建立的风险评分,主要用于评估左主干或三支病变患者冠状动脉病变的复杂程度、指导血运重建方式的选择(CABG或PCI),以及预测PCI后远期(≥1年)主要



不良心脑血管事件(major adverse cardiovascular and cerebrovascular events, MACCE)的发生风险。

本共识建议:(1)可采用 SinoSCORE II 评分评估 CABG 围术期风险;(2)可采用 SYNTAX 评分协助指导血运重建方式的选择,但对于病变解剖合适的缺血性心肌病患者,目前尚无充分证据证实 PCI 能够获益。

血运重建的获益、风险及方式选择

理论上,对冠状动脉病变导致的功能障碍但有活性的冬眠心肌,血运重建能够通过改善供需平衡、减少缺血、降低未来再次缺血损伤的风险从而使患者获益^[22]。但缺血性心肌病患者无论是外科手术还是介入治疗,围术期风险均明显高于一般患者。因此,在为其制定血运重建决策时,应由心脏团队进行充分评估,以患者为中心进行个体化治疗,并结合患者意愿,确定不同血运重建策略的利弊及其替代方法,包括继续仅给予 GDMT 或心脏移植、机械循环支持(mechanical circulatory support, MCS)等。

一、血运重建的获益

在缺血性心肌病患者中,支持血运重建获益的高质量研究较少。早期观察性研究及荟萃分析显示,在有存活冬眠心肌的缺血性心肌病患者中,与单纯药物治疗相比,血运重建能改善生存率和左心室功能^[24, 42-47]。但这些研究均具有局限性,包括患者选择偏倚、阴性结果发表偏倚、存在混杂因素、未接受目前最新的标准 GDMT 等。

目前,STICH 研究是首项在 LVEF $\leq$ 35% 的冠心病患者中比较 CABG 联合药物治疗和单纯药物治疗的前瞻性、多中心随机对照试验,5 年随访显示两组患者的主要终点全因死亡率差异无统计学意义,但 CABG 联合药物治疗组的次要终点心血管死亡率显示出低于单纯药物治疗组的趋势^[48]。STICH 研究的 10 年随访显示,CABG 联合药物组的全因死亡率和心血管死亡率均明显低于单纯药物治疗组^[49],提示 CABG 能为缺血性心肌病患者带来远期生存率的获益。但采用 STICH 研究指导日常临床实践有一定的局限性,该研究入组患者更年轻,平均年龄 60 岁,低于真实世界缺血性心肌病患者的平均年龄,而该研究中 CABG 组的获益主要来自较年轻的患者^[50-51]。CABG 是否能够对老年缺血性心肌病患者产生同样的获益尚不清楚,此外,

CABG 带来的远期生存获益是否来自心功能的改善也存在争论。2 项 STICH 研究的亚组分析显示,左心室功能的改善均与是否行 CABG 不相关^[28, 52]。有观点认为 CABG 改善远期生存率并非通过改善心功能实现,而是通过对缺血心肌的血运重建,降低了该心肌供血区域未来发生致死性心肌梗死和室性心律失常等不良心血管事件的风险^[23]。

关于 PCI 对缺血性心肌病患者的有效性证据更为有限。一项倾向性评分研究显示,在适合行 PCI 且 LVEF $\leq$ 35% 的稳定性冠心病患者中,7 年随访时 PCI 组和药物组的死亡率、死亡或心血管原因再入院率均无明显差异^[53]。REVIVED-BCIS2 是一项前瞻性、多中心随机对照试验,首次在缺血性心肌病患者中评价 PCI 的有效性和安全性^[29]。研究显示对于严重左心室功能不全(LVEF $\leq$ 35%)的稳定性冠心病患者,同时有适宜行 PCI 的严重冠状动脉病变,且有 4 个以上存活心肌节段,PCI 联合 GDMT 组和单纯 GDMT 组相比较,在主要终点(全因死亡或因心力衰竭再入院组成的复合终点事件)方面无明显差异。随机分组后第 6 和 12 个月时,2 组 LVEF 值亦无明显差异。此外,2 组间心血管死亡率、心肌梗死发生率均无明显差异。PCI 联合 GDMT 组第 6 和 12 个月的生活质量评分更高,但这种差异在第 24 个月时消失。此外,REVIVED-BCIS2 研究一项预先设定的分析显示,在缺血性心肌病患者中,PCI 并不能减少全因死亡或心搏骤停的发生,不建议单纯为了降低致死性心律失常而行 PCI^[54]。REVIVED-BCIS2 研究未显示 PCI 联合 GDMT 优于单纯 GDMT 治疗,可能有多方面原因,包括随访时间偏短、可能存在一定选择偏倚、部分患者可能未达到完全血运重建,以及可能存在围术期心肌损伤等,有待更长时间的随访和进一步分析。此外,近期有研究指出,在进行心血管磁共振成像的冠心病患者中,每 6 例患者中就有 1 例为非缺血性心肌病或兼有缺血性心肌病和非缺血性心肌病的双重心肌病,与缺血性心肌病相比,其长期预后更差。在阻塞性冠心病患者中,存在非缺血性心肌病或双重心肌病可能导致冠状动脉血运重建无法改善患者预后^[55]。RESTORE-PCI 试验是一项正在进行中的前瞻性、多中心、开放标签的随机对照试验,比较在冠状动脉血流储备分数和腔内影像技术指导优化下的 PCI 联合药物治疗与单纯药物治疗在缺血性心肌病和左心室功能障碍患者中的临床结局,将为未来临床工作提供新的证据。



二、血运重建的风险

虽然 CABG 能在一定程度上改善缺血性心脏病患者的预后,但术后的短期风险依然较高。有研究显示 LVEF>40% 的患者院内死亡率低于 2%, LVEF 20%~40% 的患者为 4%, LVEF<20% 的患者为 8%^[56];该研究表明 LVEF 值越低院内死亡率越高。此外,STICH 研究中 CABG 组的 30 d 死亡率高于单纯药物组,且 2 组的生存曲线直到随机分组后第 2 年左右才出现交叉,提示接受 CABG 患者的围术期和近期死亡风险较高^[48]。

缺血性心脏病患者通常也是 PCI 的高危患者,与心功能正常的患者相比,手术成功率较低,术后死亡率和并发症发生率均更高。一项荟萃分析显示 LVEF≤40% 且行 PCI 的患者院内和远期死亡率分别为 1.8% 和 15.6%^[57]。另有研究显示严重左心室功能不全的患者 PCI 后 1 年支架血栓风险升高 4 倍, MACE 发生率升高将近 2 倍^[11]。

三、血运重建方式的比较(CABG 与 PCI)

在缺血性心脏病患者中对 CABG 与 PCI 进行比较的研究数据有限,目前尚无随机对照试验。一项前瞻性注册登记研究(入选患者 LVEF≤35%)显示,PCI 组和 CABG 组的死亡率无明显差异,但 PCI 组的心肌梗死风险(尤其是未完全血运重建者)和再次血运重建风险更高,而 CABG 组的卒中风险更高^[58]。最近的一项倾向性评分匹配研究显示,在 LVEF<35% 的患者中,CABG 组与 PCI 组相比,远期死亡率更低,院内死亡率无差异,但围术期卒中发生率更高,住院时间更长^[59]。SCAAR 注册登记研究显示多支病变且 LVEF 降低的患者(LVEF<50%,其中 73.7% 的患者 LVEF<30%)行 CABG 的死亡风险低于 PCI^[60]。一项大规模、观察性研究显示对于 LVEF<35% 且有前降支或左主干病变或多支病变的患者,CABG 组的死亡风险低于 PCI 组^[61]。一项倾向性评分匹配研究显示,在左心室功能不全(LVEF<50%,其中 44% 的患者 LVEF<35%)、多支病变的糖尿病患者中,CABG 组的死亡或 MACE 的风险低于 PCI 组^[62]。2 项研究显示在中至重度左心室功能不全伴有左主干或复杂冠状动脉病变的患者中,CABG 治疗的预后优于 PCI(2 项研究的中度和重度左心室功能不全分别为 35%≤LVEF<45% 和 LVEF<35%, 35%<LVEF≤50% 和 LVEF≤35%)^[63-64]。国内一项研究的亚组分析表明,对于 LVEF<50% 合并无保护左主干病变的患者,CABG 组 3 年全因死亡发生率明显低于 PCI 组,但并未针对 LVEF<40%

的亚组进一步分析^[65]。2 项荟萃分析显示缺血性心脏病患者中 CABG 的结局均优于 PCI 治疗或单纯药物治疗,包括死亡、心肌梗死和再次血运重建,其中一项荟萃分析 LVEF≤40%,另一项荟萃分析纳入的大多数研究 LVEF<35% 或 LVEF<40%,纳入研究的 LVEF 平均值范围 23%~41%^[66-67]。

国内一项观察性研究共纳入 8 943 例三支病变患者,中位随访时间 7 年,研究结果显示,当 N 末端 B 型利钠肽原(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)水平较低时,PCI、CABG 和单纯药物 3 种治疗策略的远期风险无明显差别,当 NT-proBNP 水平升高时,PCI 或 CABG 的远期风险低于单纯药物治疗,当 NT-proBNP 水平严重升高时,CABG 的远期风险低于 PCI^[68]。该研究提示对于三支病变患者,NT-proBNP 能够定量反映心力衰竭的严重程度,有助于心脏团队制定合适的治疗策略,在制定治疗决策时,建议参考患者术前的 NT-proBNP 水平。

目前正在进行中的多中心随机对照试验 STICH3.0,在具有多支血管或左主干病变和 LVEF≤40% 的缺血性左心室功能不全患者中比较 CABG 与 PCI 的远期预后,另一项进行中的随机对照试验 PROVERB 将在多支病变和 LVEF≤35% 的患者中比较 CABG 和 PCI 的预后。这 2 项研究结果公布后,将为我们未来的临床工作提供新的证据^[69]。

四、血运重建与单纯药物优化治疗

目前,在缺血性心脏病人群中,尚无 CABG、PCI 或单纯药物 3 种治疗方式比较的随机对照试验。国内一项真实世界观察性研究包含了 699 例 LVEF≤40% 的冠状动脉三支病变患者,比较了 3 种治疗方式(CABG 组 201 例,PCI 组 142 例,单纯药物组 356 例)的远期预后,中位随访时间 74 个月,结果显示 CABG 组与 PCI 组相比,全因死亡风险无明显差异,但心源性死亡、再次血运重建、MACCE 风险较低;PCI 组与单纯药物组相比,全因死亡、心源性死亡、MACCE 风险均较低,单纯药物治疗组预后最差,多因素校正后差异仍有统计学意义^[70]。在 2 项荟萃分析中,CABG 和 PCI 均优于单纯药物治疗,CABG 优于 PCI^[66-67]。

血运重建和单纯药物治疗的对比研究均在心力衰竭治疗的新型药物(如脑啡肽酶抑制剂、钠-葡萄糖协同转运蛋白 2 抑制剂、鸟苷酸环化酶激动剂等)问世之前开展。而近年来,随着心力衰竭药物治疗的不断更新发展,在缺血性心脏病患者中尚缺



乏有关最新、最佳药物治疗与血运重建之间的高质量对比研究。故血运重建对预后的改善是否优于单纯药物治疗目前缺乏研究数据支持,同时更缺乏比较单支 PCI、单支 CABG、冠状动脉杂交血运重建、微创手术与现代 GDMT 的高质量研究。

五、血运重建策略选择

对于缺血性心肌病患者, GDMT 始终是治疗的基石, 部分患者可能从血运重建中获益。是否行血运重建以及血运重建方式的选择可能受多种因素影响, 目前尚无标准方法。本共识建议由包含内、外科医师和心力衰竭医师的心脏团队共同评估, 并最终结合患者意愿后决定: (1) 建议缺血性心肌病患者在优化药物治疗的基础上, 若外科风险可接受, 首选 CABG, 尤其是多支病变和(或)左主干病变或合并糖尿病的患者; 虽然 PCI 围术期风险低于 CABG, 但完全血运重建少, 循证医学证据显示其对预后的改善不及 CABG。 (2) 单支病变, 尤其是非前降支冠状动脉病变行 PCI 的获益-风险比可能高于 CABG, 因此对于单支病变(尤其是非前降支)的患者可考虑行 PCI。 (3) 对于外科手术风险过高, 不适合行 CABG 的患者, 行 PCI 的获益尚不明确, 根据经验, 血运重建可能减轻症状和心肌缺血, 应结合 PCI 的获益和风险以及介入手术团队的经验决定是否行 PCI。对于有冠状动脉病变导致的缺血症状, 充分药物治疗仍不能缓解的患者, 或有中至大面积可诱发性缺血的证据, 有适宜的解剖结构且 PCI 风险可接受的患者, 可以考虑行 PCI^[15-16]; 反之则建议继续采用 GDMT。 (4) 对于晚期难治性心力衰竭患者, 则应权衡血运重建和晚期心力衰竭治疗的利弊, 如评估心脏移植或左心室辅助装置等。部分患者经评估后可行左心室辅助装置植入术联合 CABG。 (5) 若患者不愿接受 CABG, 可以评估采用 PCI 或不进行血运重建, 具体由心脏团队决定(图 1)。

介入术中风险防范及处理

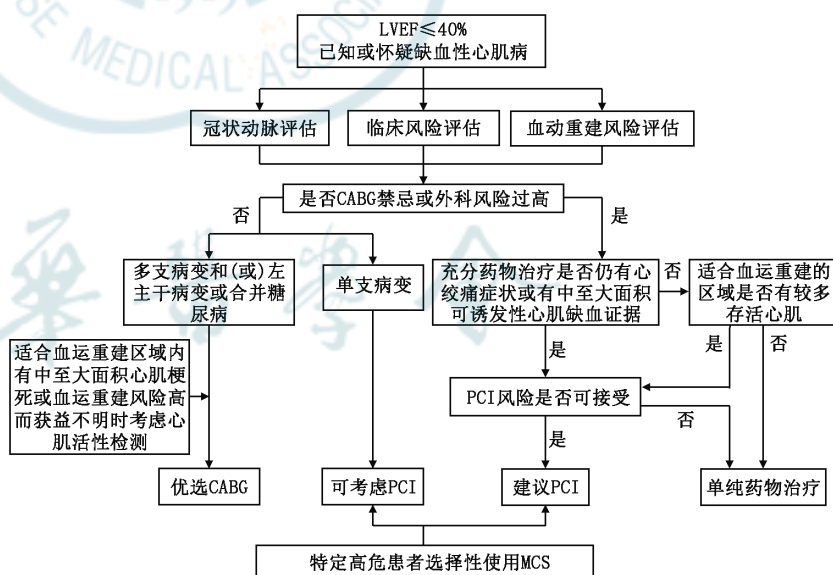
一、介入治疗路径

股动脉是最常用的路径, 可按

需增大动脉鞘管的尺寸和改用支持装置。放置 7~8 F 动脉鞘管并使用大腔(7 F)引导导管有利于冠状动脉造影和支架置入, 同时也利于在必要时迅速置入其他医疗装置, 如主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon pump, IABP)、心肺支持装置等。目前, 桡动脉已成为 PCI 常规路径, 6 F 引导导管, 特别是大腔引导导管(内径 1.83 mm)可完成绝大部分介入治疗操作; 部分桡动脉较粗大患者可以置入 7 F 引导导管; IABP 联合体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)辅助的患者, 由于双侧股动脉均被占用, 经桡动脉成为 PCI 可选择的路径。介入手术中应考虑充分镇静, 绝大多数患者不需要全身麻醉, 但不能完全配合的患者需请麻醉医生评估是否实施全身麻醉。

二、介入治疗策略

对于严重心功能不全合并多支病变拟行 PCI 的患者, 应尽量做到完全血运重建。即使不能完全解剖性血运重建, 完全功能性血运重建也可能改善症状和预后。血运重建的治疗策略应根据临床和解剖学特征个体化实施。正确识别供应缺血但尚有存活心肌的病变血管, 并将其作为 PCI 的靶



LVEF: 左心室射血分数, CABG: 冠状动脉旁路移植术, PCI: 经皮冠状动脉介入治疗, MCS: 机械循环支持; 特定高危患者: (1) 对于严重左心室功能不全(LVEF<35%)或近期失代偿性心力衰竭的患者, 若预计为非复杂 PCI, 可将 MCS 作为备用; (2) 若预计操作困难或时间较长(逆向开通的冠状动脉慢性完全闭塞病变、严重钙化需旋磨处理的病变、SYNTAX 评分≥22 分、计划在 2 个以上区域进行血运重建), 则建议在 MCS 下进行; (3) 患者血流动力学不稳定[如患者基线血压<90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或需要血管活性药物支持、失代偿性心力衰竭、心源性休克等], 临床表现为急性冠脉综合征, LVEF<25%, 重度二尖瓣反流等, 建议在 MCS 下进行 PCI

图 1 缺血性心脏病血运重建流程图



血管很重要,结合功能性缺血的评估检查,有助于 PCI 方案策略的选择。一旦识别靶病变,即可根据受损心肌量及有无侧支循环采用系统化的 PCI 方案。

(1)对于多支病变患者,尽量做到完全血运重建,可首先解决供应大面积心肌并存在缺血的病变血管,供应小面积心肌的病变血管延期处理或不予处理。

(2)对 ≥ 2 处供应较大面积心肌的血管病变拟行 PCI 时,多数患者应考虑阶段性分期手术方案,对减少或避免 PCI 可能导致的严重并发症尤为重要。

(3)对大隐静脉移植血管的 PCI 需要考虑静脉移植血管自身问题,尤其是在左心功能不全的患者中。对于静脉移植血管闭塞的患者,由于 PCI 近期和远期效果均不佳,故应优先考虑对自身冠状动脉病变进行 PCI,如果自身冠状动脉病变解剖形态复杂则有必要考虑开通静脉移植血管。鉴于静脉移植血管 PCI 时无复流或急性闭塞等发生率高,远端保护装置是有效预防其发生的重要辅助治疗手段。

三、血运重建术中的 MCS

缺血性心肌病患者 LVEF 低,常合并复杂冠状动脉病变,属于介入高风险患者。MCS 辅助可提供较好的心输出量,减轻心脏负荷,为完全血运重建提供时间并提高手术安全性。可选择的 MCS 包括 IABP、经皮左心室辅助装置或 ECMO。不建议常规术前使用 MCS,但对于特定的高危患者,可选择性预先使用 MCS 作为 PCI 的辅助手段,建议在可获得 MCS 的心血管手术中心由经验丰富的术者完成血运重建。

国内一项回顾性研究探讨 ECMO 辅助下对 LVEF 明显降低合并冠状动脉慢性完全闭塞(chronic total occlusion, CTO)病变患者行 PCI 治疗的疗效及安全性^[71]。17 例患者 PCI 前超声心动图测得的 LVEF 为 $(29.00 \pm 4.08)\%$,在预置 ECMO 辅助下共对 25 处 CTO 病变进行 PCI,成功开通 24 处并置入药物洗脱支架(开通率 96%),平均随访 155 d 后复查超声心动图,LVEF 提升至 $(41.80 \pm 7.32)\%$, $P < 0.001$ 。初步证明 ECMO 辅助下对 LVEF 显著降低的 CTO 病变冠心病患者行 PCI 有较高的开通率、较好的安全性和有效性。

本共识建议在下列情况下酌情使用 MCS:

(1)对于严重左心室功能不全(LVEF $< 35\%$)或近期失代偿性心力衰竭的患者,若预计为非复杂 PCI,

可将 MCS 作为备用;(2)若预计操作困难或时间较长(逆向开通的 CTO 病变、严重钙化需旋磨处理的病变、SYNTAX 评分 ≥ 22 分、计划在 2 个以上区域进行血运重建),则建议在 MCS 下进行^[72];(3)患者血流动力学不稳定[如患者基线血压 < 90 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)或需要血管活性药物支持、失代偿性心力衰竭、心源性休克等],临床表现为急性冠脉综合征,LVEF $< 25\%$,重度二尖瓣反流等,建议在 MCS 下进行 PCI^[73-74]。

选择何种 MCS 可依据患者的血流动力学状态、外周血管情况等决定。目前我国左心室辅助装置临床应用进展迅速,对于血运重建风险高且 GDMT 无法控制心力衰竭症状的终末期心力衰竭患者,可行左心室辅助装置治疗;部分患者经评估后可行左心室辅助装置植入术联合 CABG。

推荐意见汇总及展望

冠心病是导致心力衰竭的最常见原因。缺血性心肌病的发展过程中存在顿抑心肌、冬眠心肌和不可逆的心肌细胞坏死或凋亡。此类患者合并症较多,冠状动脉病变往往更为严重复杂。因此,在进行血运重建术前应充分评估风险。根据存活心肌检测或心肌缺血的功能学检查来做出是否应该行血运重建的决策目前尚缺乏充分的研究证据。

GDMT 是缺血性心肌病的治疗基石,关于进行单纯药物治疗还是联合血运重建治疗的决策较为复杂,应由心脏团队充分评估患者的临床情况和手术风险,并结合患者意愿共同作出决定。此外应重视 GDMT 近年的较大进展,最新心力衰竭指南推荐的 GDMT 与血运重建之间孰胜孰劣尚缺乏证据。目前公布的随机对照试验的证据表明,对于解剖结构适合 CABG、外科风险可接受的缺血性心肌病患者,CABG 能够改善远期预后,而 PCI 与单纯药物治疗相比尚未显示明确获益,仍需在当代 PCI 技术(工艺改进的药物洗脱支架、腔内影像学和功能学指导下的精准介入治疗等)实施的条件下进一步研究。在缺血性心肌病患者中比较 CABG 和 PCI 的证据有限,尚无随机对照试验。尽管 PCI 的围术期风险可能低于 CABG,但 PCI 获得完全血运重建的可能性较低,对预后的改善可能不及 CABG。虽然本共识提供了这类患者的一般治疗原则,但具体实践中仍需临床医师根据具体情况,制定出有利于患者的个体化治疗方案。此外,如何有效识别能从血运



重建中获益的患者,如何选择血运重建术,以及选择何种血运重建方式,仍然是未来需要进一步研究的重点方向。本共识推荐意见汇总见表1。

执笔专家组成员:姜琳(中国医学科学院阜外医院),赵雪燕(中国医学科学院阜外医院),罗永百(西安交通大学第一附属医院),刘震宇(中国医学科学院北京协和医院)

指导(审阅)专家组成员(按姓氏笔画排序):于波(哈尔滨医科大学附属第二医院),马长生(首都医科大学附属北京安贞医院),杨跃进(中国医学科学院阜外医院),张运(山东大学齐鲁医院),张抒扬(中国医学科学院北京协和医院),郑哲(中国医学科学院阜外医院),高炜(北京大学第三医院),高润霖(中国医学科学院阜外医院),韩雅玲(解放军北部战区总医院)

核心专家(按姓氏笔画排序):凤玮(中国医学科学院阜外医院),刘学波(同济大学附属同济医院),刘梅林(北京大学第一医院),刘斌(吉林大学第二医院),李建平(北京大学第一医院),李毅(解放军北部战区总医院),吴永健(中国医学科学院阜外医院),宋雷(中国医学科学院阜外医院),张波(大连医科大学附属第一医院),张斌(广东省人民医院),张瑞岩(上海交通大学医学院附属瑞金医院),陈纪言(广东省人民医院),周玉杰(首都医科大学附属北京安贞医院),袁祖

贻(西安交通大学第一附属医院),袁晋青(中国医学科学院阜外医院),晋军(陆军军医大学第二附属医院),钱杰(中国医学科学院阜外医院),唐熠达(北京大学第三医院),蒋峻(浙江大学医学院附属第二医院),戴宇翔(上海复旦大学附属中山医院)

专家组成员(按姓氏笔画排序):王忠(新疆石河子大学第一附属医院),王贵松(北京大学第三医院),王效增(解放军北部战区总医院),王焱(厦门大学附属心血管病医院),尹栋(中国医学科学院阜外医院),王汝涛(空军军医大学西京医院),孔洪(四川省人民医院),古桑拉姆(西藏自治区人民医院),田文杰(四川省人民医院),白玲(西安交通大学第一附属医院),奴尔巴哈提·黑沙(新疆石河子市人民医院),刘巍(北京积水潭医院),李宗庄(贵州省人民医院),宋现涛(首都医科大学附属北京安贞医院),闫炆(西安交通大学第一附属医院),许法运(山东省立医院),孙寒松(中国医学科学院阜外医院),李牧蔚(阜外华中心血管病医院),李晨光(上海复旦大学附属中山医院),杨杰孚(北京医院),杨滨(山西医科大学第二医院),杨毅宁(新疆维吾尔自治区人民医院),吴娜琼(中国医学科学院阜外医院),张文斌(浙江大学医学院附属邵逸夫医院),张峻(中国医学科学院阜外医院),张钺(兰州大学第一医院),张瑶(哈尔滨医科大学附属第二医院),陈秀英(青海省人民医院),范中杰(中国医学科

表1 缺血性心脏病血运重建推荐意见汇总

项目	推荐意见
血运重建前影像学评估	(1)推荐超声心动图评估心脏结构和功能,推荐改良双平面 Simpson 法评估 LVEF (2)对于新近诊断为 LVEF 降低、病因不明的患者,建议评估冠状动脉病变情况,以协助明确病因 (3)对于明确冠心病或冠心病可能性较高的 LVEF 降低的患者,如经药物治疗仍有缺血症状或体征,如新发劳力性胸部不适、心绞痛恶化、新发室性心律失常、LVEF 降低 5% 以上等,且无造影和血运重建禁忌,应行冠状动脉造影检查,酌情行冠状动脉腔内功能学或影像学评估,以明确冠状动脉病变的性质、程度和部位 (4)对于冠心病可能性较低的 LVEF 降低的患者,可行非侵入性检查如冠状动脉 CT 血管造影等进行初步筛查 (5)适合血运重建的区域内有中至大面积心肌梗死的缺血性心脏病患者可考虑行心肌活性检查(PET/CT、SPECT、心脏磁共振、负荷超声心动图等) (6)针对血运重建风险高而获益不明的患者,可考虑行心肌活性检查,以协助明确存活心肌的部位和恢复的可能性 (7)对于冠状动脉病变复杂或血运重建风险高的患者,可行负荷心肌显像协助判断适合行血运重建的冠状动脉供血区域有无严重缺血
缺血性心脏病血运重建	(1)缺血性心脏病患者在优化药物治疗的基础上,若外科风险可接受,首选 CABG,尤其是多支病变和(或)左主干病变或合并糖尿病的患者 (2)缺血性心脏病单支病变(尤其是非前降支),可以考虑行 PCI (3)外科风险过高,不适合行 CABG 的缺血性心脏病患者,行 PCI 的获益尚不明确。对于有冠状动脉病变导致的缺血症状,充分药物治疗仍不能缓解的患者,或有中至大面积可诱发性缺血的证据,有适宜解剖结构且 PCI 风险可接受,可以考虑行 PCI,反之则建议继续采用指南指导的药物治疗 (4)对于晚期难治性心力衰竭患者,应权衡血运重建和晚期心力衰竭治疗的利弊,如评估心脏移植或左心室辅助装置等;部分患者经评估后可行左心室辅助装置植入术联合 CABG (5)若患者不愿接受 CABG,可以考虑选择 PCI 或单纯药物治疗,具体由心脏团队决定
MCS	(1)对于严重左心室功能不全(LVEF<35%)或近期失代偿性心力衰竭的患者,若预计为非复杂 PCI,可将 MCS 作为备用 (2)若预计 PCI 操作困难或时间较长(逆向开通的冠状动脉慢性完全闭塞病变、严重钙化需旋磨处理的病变、SYNTAX 评分≥22 分、计划在 2 个以上区域进行血运重建),则建议在 MCS 支持下进行 (3)若患者血流动力学不稳定(如患者基线血压<90 mmHg 或需要血管活性药物支持,失代偿性心力衰竭,心源性休克等),存在高危临床表现(如急性冠脉综合征,LVEF<25%,重度二尖瓣反流等),建议在 MCS 支持下进行 PCI

注:MCS 为机械循环支持,LVEF 为左心室射血分数,PET 为正电子发射断层成像,SPECT 为单光子发射计算机断层扫描,CABG 为冠状动脉旁路移植术,PCI 为经皮冠状动脉介入治疗;1 mmHg=0.133 kPa



学院北京协和医院), 周达新(复旦大学附属中山医院), 郑博(北京大学第一医院), 赵汉军(中国医学科学院阜外医院), 赵晓辉(陆军军医大学第二附属医院), 胡信群(中南大学湘雅二医院), 贺勇(四川大学华西医院), 候静波(哈尔滨医科大学附属第二医院), 徐林(武汉大学人民医院), 徐凯(解放军北部战区总医院), 高立建(中国医学科学院阜外医院), 高传玉(阜外华中心血管病医院), 陶剑虹(四川省人民医院), 崔炜(河北医科大学第二医院), 彭瑜(兰州大学第一医院), 韩清华(山西医科大学第一医院), 程功(西安交通大学附属红会医院), 程翔(华中科技大学同济医学院协和医院), 傅国胜(浙江大学医学院附属邵逸夫医院), 雷新军(西安交通大学第一附属医院), 简立国(郑州大学第二附属医院), 夏经钢(首都医科大学附属宣武医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Gheorghiade M, Sopko G, De Luca L, et al. Navigating the crossroads of coronary artery disease and heart failure[J]. *Circulation*, 2006, 114(11): 1202-1213. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.623199.
- [2] 中华医学会心血管病学分会. 中国部分地区 1980、1990、2000 年慢性心力衰竭住院病例回顾性调查[J]. *中华心血管病杂志*, 2002, 30(8): 450-454. DOI: 10.3760/j.issn:0253-3758.2002.08.002.
- [3] Bragazzi NL, Zhong W, Shu J, et al. Burden of heart failure and underlying causes in 195 countries and territories from 1990 to 2017[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2021, 28(15): 1682-1690. DOI: 10.1093/eurjpc/zwaa147.
- [4] Felker GM, Shaw LK, O'Connor CM. A standardized definition of ischemic cardiomyopathy for use in clinical research[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 39(2): 210-218. DOI: 10.1016/s0735-1097(1)01738-7.
- [5] Hellermann JP, Jacobsen SJ, Redfield MM, et al. Heart failure after myocardial infarction: clinical presentation and survival[J]. *Eur J Heart Fail*, 2005, 7(1): 119-125. DOI: 10.1016/j.ejheart.2004.04.011.
- [6] Suleiman M, Khatib R, Agmon Y, et al. Early inflammation and risk of long-term development of heart failure and mortality in survivors of acute myocardial infarction predictive role of C-reactive protein[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(5): 962-968. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.10.055.
- [7] Burch GE, Giles TD, Colcolough HL. Ischemic cardiomyopathy[J]. *Am Heart J*, 1970, 79(3): 291-292. DOI: 10.1016/0002-8703(70)90416-3.
- [8] Maron BJ, Towbin JA, Thiene G, et al. Contemporary definitions and classification of the cardiomyopathies: an American Heart Association Scientific Statement from the Council on Clinical Cardiology, Heart Failure and Transplantation Committee; Quality of Care and Outcomes Research and Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Groups; and Council on Epidemiology and Prevention[J]. *Circulation*, 2006, 113(14): 1807-1816. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.174287.
- [9] Elliott P, Andersson B, Arbustini E, et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European Society Of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases[J]. *Eur Heart J*, 2008, 29(2): 270-276. DOI: 10.1093/eurheartj/ehm342.
- [10] Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(37): 3503-3626. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad194.
- [11] Sardi GL, Gaglia MA Jr, Maluenda G, et al. Outcome of percutaneous coronary intervention utilizing drug-eluting stents in patients with reduced left ventricular ejection fraction[J]. *Am J Cardiol*, 2012, 109(3): 344-351. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.09.016.
- [12] Al-Mohammad A, Walton MS. Prevalence of myocardial viability as detected by positron emission tomography in patients with ischemic cardiomyopathy[J]. *Circulation*, 2000, 102(4): E31. DOI: 10.1161/01.cir.102.4.e31.
- [13] Schinkel AF, Bax JJ, Sozzi FB, et al. Prevalence of myocardial viability assessed by single photon emission computed tomography in patients with chronic ischaemic left ventricular dysfunction[J]. *Heart*, 2002, 88(2): 125-130. DOI: 10.1136/heart.88.2.125.
- [14] Writing Committee Members, Lawton JS, Tamis-Holland JE, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(2): e21-e129. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006.
- [15] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization[J]. *Kardiol Pol*, 2018, 76(12): 1585-1664. DOI: 10.5603/KP.2018.0228.
- [16] Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(3): 407-477. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425.
- [17] Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 145(18): e895-e1032. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001063.
- [18] McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(36): 3599-3726. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab368.
- [19] Patel MR, White RD, Abbara S, et al. 2013 ACCF/ACR/AHA/ASNC/SCCT/SCMR appropriate utilization of cardiovascular imaging in heart failure: a joint report of the American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee and the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 61(21): 2207-2231. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.02.005.
- [20] Underwood SR, Bax JJ, vom Dahl J, et al. Imaging techniques for the assessment of myocardial hibernation. Report of a Study Group of the European Society of Cardiology[J]. *Eur Heart J*, 2004, 25(10): 815-836. DOI: 10.1016/j.ehj.2004.03.012.
- [21] Anavekar NS, Chareonthaitawee P, Narula J, et al. Revascularization in patients with severe left ventricular



- dysfunction: is the assessment of viability still viable?[]]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(24):2874-2887. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.03.571.
- [22] Ryan M, Morgan H, Chiribiri A, et al. Myocardial viability testing: all STICHed up, or about to be REVIVED?[]]. *Eur Heart J*, 2022, 43(2): 118-126. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab729.
- [23] Panza JA, Chrzanowski L, Bonow RO. Myocardial viability assessment before surgical revascularization in ischemic cardiomyopathy: JACC review topic of the week[]]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78(10): 1068-1077. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.07.004.
- [24] Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, et al. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis[]]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 39(7): 1151-1158. DOI: 10.1016/s0735-1097(2)01726-6.
- [25] Ling LF, Marwick TH, Flores DR, et al. Identification of therapeutic benefit from revascularization in patients with left ventricular systolic dysfunction: inducible ischemia versus hibernating myocardium[]]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(3): 363-372. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000138.
- [26] Inaba Y, Chen JA, Bergmann SR. Quantity of viable myocardium required to improve survival with revascularization in patients with ischemic cardiomyopathy: a meta-analysis[]]. *J Nucl Cardiol*, 2010, 17(4):646-654. DOI: 10.1007/s12350-010-9226-2.
- [27] Beanlands RS, Nichol G, Huszti E, et al. F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging-assisted management of patients with severe left ventricular dysfunction and suspected coronary disease: a randomized, controlled trial (PARR-2) []]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(20): 2002-2012. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.09.006.
- [28] Panza JA, Ellis AM, Al-Khalidi HR, et al. Myocardial viability and long-term outcomes in ischemic cardiomyopathy[]]. *N Engl J Med*, 2019, 381(8): 739-748. DOI: 10.1056/NEJMoa1807365.
- [29] Perera D, Clayton T, O'Kane PD, et al. Percutaneous revascularization for ischemic left ventricular dysfunction []]. *N Engl J Med*, 2022, 387(15): 1351-1360. DOI: 10.1056/NEJMoa2206606.
- [30] Perera D, Ryan M, Morgan HP, et al. Viability and outcomes with revascularization or medical therapy in ischemic ventricular dysfunction: a prespecified secondary analysis of the REVIVED-BCIS2 trial[]]. *JAMA Cardiol*, 2023, 8(12): 1154-1161. DOI: 10.1001/jamacardio.2023.3803.
- [31] Carson P, Wertheimer J, Miller A, et al. The STICH trial (surgical treatment for ischemic heart failure): mode-of-death results[]]. *JACC Heart Fail*, 2013, 1(5): 400-408. DOI: 10.1016/j.jchf.2013.04.012.
- [32] Cabac-Pogorevici I, Muk B, Rustamova Y, et al. Ischaemic cardiomyopathy. Pathophysiological insights, diagnostic management and the roles of revascularisation and device treatment. Gaps and dilemmas in the era of advanced technology[]]. *Eur J Heart Fail*, 2020, 22(5): 789-799. DOI: 10.1002/ehf.1747.
- [33] Bakaeen FG, Gaudino M, Whitman G, et al. 2021: the American Association for Thoracic Surgery Expert consensus document: coronary artery bypass grafting in patients with ischemic cardiomyopathy and heart failure []]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 162(3):829-850. e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.052.
- [34] Hachamovitch R, Rozanski A, Shaw LJ, et al. Impact of ischaemia and scar on the therapeutic benefit derived from myocardial revascularization vs. medical therapy among patients undergoing stress-rest myocardial perfusion scintigraphy[]]. *Eur Heart J*, 2011, 32(8): 1012-1024. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq500.
- [35] Panza JA, Holly TA, Asch FM, et al. Inducible myocardial ischemia and outcomes in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction[]]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 61(18): 1860-1870. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.02.014.
- [36] Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, et al. Initial invasive or conservative strategy for stable coronary disease[]]. *N Engl J Med*, 2020, 382(15): 1395-1407. DOI: 10.1056/NEJMoa1915922.
- [37] Lopes RD, Alexander KP, Stevens SR, et al. Initial invasive versus conservative management of stable ischemic heart disease in patients with a history of heart failure or left ventricular dysfunction: insights from the ISCHEMIA trial []]. *Circulation*, 2020, 142(18):1725-1735. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.050304.
- [38] Ródenas-Alesina E, Romero-Farina G, Jordán P, et al. Impact of revascularization guided by functional testing in ischaemic cardiomyopathy[]]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2022, 23(10): 1304-1311. DOI: 10.1093/ehjci/jeac125.
- [39] O'Brien SM, Feng L, He X, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2018 adult cardiac surgery risk models: part 2-statistical methods and results[]]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(5): 1419-1428. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.03.003.
- [40] Shahian DM, Jacobs JP, Badhwar V, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2018 adult cardiac surgery risk models: part 1-background, design considerations, and model development[]]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(5): 1411-1418. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.03.002.
- [41] Hu Z, Chen S, Du J, et al. An in-hospital mortality risk model for patients undergoing coronary artery bypass grafting in China[]]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 109(4): 1234-1242. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.08.020.
- [42] Bax JJ, Poldermans D, Elhendy A, et al. Improvement of left ventricular ejection fraction, heart failure symptoms and prognosis after revascularization in patients with chronic coronary artery disease and viable myocardium detected by dobutamine stress echocardiography[]]. *J Am Coll Cardiol*, 1999, 34(1): 163-169. DOI: 10.1016/s0735-1097(99)00157-6.
- [43] Chareonthaitawee P, Gersh BJ, Araoz PA, et al. Revascularization in severe left ventricular dysfunction: the role of viability testing[]]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46(4):567-574. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.03.072.
- [44] Gerber BL, Rousseau MF, Ahn SA, et al. Prognostic value of myocardial viability by delayed-enhanced magnetic resonance in patients with coronary artery disease and low ejection fraction: impact of revascularization therapy []]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 59(9):825-835. DOI: 10.1016/



- j.jacc.2011.09.073.
- [45] Bax JJ, van der Wall EE, Harbinson M. Radionuclide techniques for the assessment of myocardial viability and hibernation[J]. *Heart*, 2004, 90(Suppl 5(Suppl 5)):v26-33. DOI: 10.1136/hrt.2002.007575.
 - [46] Daubert MA, Massaro J, Liao L, et al. High-risk percutaneous coronary intervention is associated with reverse left ventricular remodeling and improved outcomes in patients with coronary artery disease and reduced ejection fraction[J]. *Am Heart J*, 2015, 170(3): 550-558. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.06.013.
 - [47] Sawada SG, Dasgupta S, Nguyen J, et al. Effect of revascularization on long-term survival in patients with ischemic left ventricular dysfunction and a wide range of viability[J]. *Am J Cardiol*, 2010, 106(2): 187-192. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.03.014.
 - [48] Velazquez EJ, Lee KL, Deja MA, et al. Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction[J]. *N Engl J Med*, 2011, 364(17): 1607-1616. DOI: 10.1056/NEJMoa1100356.
 - [49] Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, et al. Coronary-artery bypass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy [J]. *N Engl J Med*, 2016, 374(16): 1511-1520. DOI: 10.1056/NEJMoa1602001.
 - [50] Petrie MC, Jhund PS, She L, et al. Ten-year outcomes after coronary artery bypass grafting according to age in patients with heart failure and left ventricular systolic dysfunction: an analysis of the extended follow-up of the STICH trial (surgical treatment for ischemic heart failure) [J]. *Circulation*, 2016, 134(18):1314-1324. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024800.
 - [51] Ryan M, Morgan H, Petrie MC, et al. Coronary revascularisation in patients with ischaemic cardiomyopathy[J]. *Heart*, 2021, 107(8): 612-618. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-316856.
 - [52] Perry AS, Mann DL, Brown DL. Improvement of ejection fraction and mortality in ischaemic heart failure[J]. *Heart*, 2020: heartjnl-2020-316975. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-316975.
 - [53] DeVore AD, Yow E, Krucoff MW, et al. Percutaneous coronary intervention outcomes in patients with stable coronary disease and left ventricular systolic dysfunction [J]. *ESC Heart Fail*, 2019, 6(6):1233-1242. DOI: 10.1002/ehf2.12510.
 - [54] Perera D, Morgan HP, Ryan M, et al. Arrhythmia and death following percutaneous revascularization in ischemic left ventricular dysfunction: prespecified analyses from the REVIVED-BCIS2 trial[J]. *Circulation*, 2023, 148(11): 862-871. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065300.
 - [55] Bawaskar P, Thomas N, Ismail K, et al. Nonischemic or dual cardiomyopathy in patients with coronary artery disease[J]. *Circulation*, 2024, 149(11): 807-821. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.067032.
 - [56] Yau TM, Fedak PW, Weisel RD, et al. Predictors of operative risk for coronary bypass operations in patients with left ventricular dysfunction[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999, 118(6): 1006-1013. DOI: 10.1016/S0022-5223(99)70094-2.
 - [57] Kunadian V, Pugh A, Zaman AG, et al. Percutaneous coronary intervention among patients with left ventricular systolic dysfunction: a review and meta-analysis of 19 clinical studies[J]. *Coron Artery Dis*, 2012, 23(7): 469-479. DOI: 10.1097/MCA. 0b013e3283587804.
 - [58] Bangalore S, Guo Y, Samadashvili Z, et al. Revascularization in patients with multivessel coronary artery disease and severe left ventricular systolic dysfunction: everolimus-eluting stents versus coronary artery bypass graft surgery[J]. *Circulation*, 2016, 133(22):2132-2140. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.021168.
 - [59] Bloom JE, Vogrin S, Reid CM, et al. Coronary artery bypass grafting vs. percutaneous coronary intervention in severe ischaemic cardiomyopathy: long-term survival[J]. *Eur Heart J*, 2025, 46(1): 72-80. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae672.
 - [60] Völz S, Redfors B, Angerås O, et al. Long-term mortality in patients with ischaemic heart failure revascularized with coronary artery bypass grafting or percutaneous coronary intervention: insights from the Swedish coronary angiography and angioplasty registry (SCAAR) [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(27):2657-2664. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab273.
 - [61] 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.
 - [62] 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.
 - [63] 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.
 - [64] Marui A, Kimura T, Nishiwaki N, et al. Comparison of five-year outcomes of coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention in patients with left ventricular ejection fractions $\leq 50\%$ versus $> 50\%$ (from the CREDO-Kyoto PCI/CABG Registry Cohort-2) [J]. *Am J Cardiol*, 2014, 114(7): 988-996. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.07.007.
 - [65] Zheng Z, Xu B, Zhang H, et al. Coronary artery bypass graft surgery and percutaneous coronary interventions in patients with unprotected left main coronary artery disease[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(11): 1102-1111. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.03.039.
 - [66] Wolff G, Dimitroulis D, Andreotti F, et al. Survival benefits of invasive versus conservative strategies in heart failure in patients with reduced ejection fraction and coronary artery disease: a meta-analysis[J]. *Circ Heart Fail*, 2017, 10(1): e003255. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.116.003255.
 - [67] Gaudino M, Hameed I, Khan FM, et al. Treatment strategies in ischaemic left ventricular dysfunction: a network meta-analysis[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2020: ezaa319. DOI: 10.1093/ejcts/ezaa319.
 - [68] Zhang C, Jiang L, Xu L, et al. Implications of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in patients with three-vessel disease[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(41): 3397-3405. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz394.
 - [69] Fremes SE, Marquis-Gravel G, Gaudino M, et al. STICH3C:



- rationale and study protocol[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2023, 16(8): e012527. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012527.
- [70] Jiang L, Xu L, Song L, et al. Comparison of three treatment strategies for patients with triple-vessel coronary disease and left ventricular dysfunction[J]. J Interv Cardiol, 2018, 31(3):310-318. DOI: 10.1111/joic.12497.
- [71] 关绍义, 梁振洋, 裘森涵, 等. ECMO 辅助下对 LVEF 明显降低冠心病患者 CTO 病变行 PCI 的疗效和安全性[J]. 中华心血管病杂志, 2023, 51(9):984-989. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20230808-00060.
- [72] Rihal CS, Naidu SS, Givertz MM, et al. 2015 SCAI/ACC/HFSA/STS clinical expert consensus statement on the use of percutaneous mechanical circulatory support devices in cardiovascular care: endorsed by the American Heart Association, the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiologia Intervencion; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology-Association Canadienne de Cardiologie d'intervention[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(19):e7-e26. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.03.036.
- [73] Geppert A, Mashayekhi K, Huber K. The use of mechanical circulatory support in elective high-risk percutaneous coronary interventions: a literature-based review[J]. Eur Heart J Open, 2024, 4(2): oeae007. DOI: 10.1093/ehjopen/oeae007.
- [74] Davies RE, Rier JD, McCabe JM. Patient and device selection for hemodynamic support in high-risk percutaneous coronary intervention[J]. Interv Cardiol Clin, 2021, 10(1): 121-130. DOI: 10.1016/j.iccl.2020.09.001.

《中华心血管病杂志》2025 年征订启事

《中华心血管病杂志》2025 年为月刊, 全年 12 期, 出版日每月 24 日, 订价 40 元/册, 全年 480 元。

• 微信订阅:

关注微信公众号“菁医汇”(微信号“cmayouth”)

点击底部菜单:“商城”进入菁医汇商城订阅
或扫描右侧二维码

直接进入菁医汇商城《中华心血管病杂志》
订阅页面

- 网站订阅: 登录中华医学期刊网 <http://medjournals.cn/>, 首页导航栏“期刊商城”
- 邮局订阅: 邮发代号 2-44



微信公众号:
菁医汇



《心血管病探索(英文)》2025 年征订启事

《心血管病探索(英文)》2025 年为季刊, 全年 4 期, 出版日 3, 6, 9, 12 月 30 日, 订价 50 元/册, 全年 200 元。

• 微信订阅:

关注微信公众号“菁医汇”(微信号“cmayouth”)

点击底部菜单:“商城”进入菁医汇商城订阅
扫描右侧二维码

直接进入菁医汇商城《心血管病探索(英文)》
订阅页面

- 网站订阅: 登录中华医学期刊网 <http://medjournals.cn/>, 首页导航栏“期刊商城”
- 邮局订阅: 邮发代号 80-861



微信公众号:
菁医汇

