DOI:10.13210/j.cnki.jhmu.20241010.001
网络出版地址:https://link.cnki.net/urlid/46.1049.R.20241010.1520.002

# 从IRA到NON-IRA:全面血运重建在STEMI合并MVD患者PCI治疗中的研究进展

朱能元[1,2],曾梦雅[1,3],罗 颖[1,3],陈跃武[1,3]✉
(1.海南医科大学第二附属医院心血管内科,海南 海口 570103;2.海南医科大学,海南 海口 571199;3.海南省心血管系统性疾病临床医学中心,海南 海口 570103)

[摘要]ST段抬高型心肌梗死(STEMI)合并多支血管病变(MVD)在临床实践中发病率高,与不良预后密切相关。急诊经皮冠状动脉介入治疗(PCI)中,治疗策略的精准选择对患者的长期预后具有显著影响。目前,专家们主要关注三种PCI的策略:(1)仅对梗死相关动脉(IRA)进行血运重建;(2)同步处理IRA与非梗死相关动脉(non-IRA);(3)先对IRA进行PCI,随后在适当时机对non-IRA进行分期PCI。尽管对IRA的处理方案已相对明确,但对non-IRA的处理策略仍存在争议。考虑到MVD中的non-IRA具有特殊的病理生理状态,精准制定血运重建的策略和选择适宜的时机,对于提升患者临床预后具有关键性作用。虽然相关研究持续深入,但针对non-IRA PCI的最佳治疗策略和时机,仍缺乏统一的临床指南。本文综述了该领域对于non-IRA PCI治疗的研究进展,旨在为临床医生选择合适的血运重建策略提供理论指导和参考,以期改善患者的预后。

[关键词]ST段抬高型心肌梗死;多支血管病变;非梗死相关动脉;经皮冠脉介入;血运重建
[中图分类号]R542.22 [文献标志码]A [文章编号]2097-5953(2025)03-0220-09

# From IRA to NON-IRA: Progress in total revascularization for PCI in patients with STEMI and MVD

ZHU Nengyuan[1,2], ZENG Mengya[1,3], LUO Ying[1,3], CHEN Yuewu[1,3]✉
(1. *Department of Cardiovascular Internal Medicine, the Second Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou* 570103, *China*; 2. *Hainan Medical University, Haikou* 571199, *China*; 3. *Cardiovascular Systemic Disease Clinical Medical Center of Hainan Province, Haikou* 570103, *China*)

[*Foundation Project*]: *This study was supported by the National Natural Science Foundation of China* (82360063), *Natural Science Foundation of Hainan Province* (*High-level Talents Project*) (821*RC*1127), *and Key Research and Development Project of Hainan Province* (*Social Development*) (*ZDYF*2022*SHFZ*070)

[*Author*]:*ZHU Nengyuan* , *E-mail*: 1657149132@qq.com.
[*Correspondence to*]:*CHEN Yuewu*, *Doctoral Supervisor*, *Chief Physician*, *E-mail*: *eyuewu@hainmc.edu.cn.*

*Received*: 2024-06-07 *Revised*: 2024-09-29 *JHMU*, 2025;31(3):220-228

**View from specialist: It is creative, and of certain scientific and educational value.**

[Abstract] ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI), when complicated by multi-vessel disease (MVD), is associated with a high incidence and is strongly correlated with adverse clinical outcomes in medical practice. The choice of emergency percutaneous coronary intervention (PCI) strategy significantly impacts patient outcomes. Currently, experts primarily focus on three PCI strategies: (1) perform revascularization solely on the infarct-related artery (IRA); (2) manage both the IRA and non-infarct-related arteries (non-IRA) concurrently; and (3) conduct PCI on the IRA initially, followed by staged PCI for the non-IRA at an appropriate juncture. While the treatment plan for IRAs has been relatively clear, the approach to non-IRAs remains con-

[基金项目]国家自然科学基金资助项目(82360063);海南省自然科学基金(高层次人才项目)(821RC1127);海南省重点研发项目(社会发展)(ZDYF2022SHFZ070)
[作者简介]朱能元,E-mail: 1657149132@qq.com。
[通讯作者]陈跃武,博士研究生导师,主任医师,E-mail: eyuewu@hainmc.edu.cn。
[收稿日期]2024-06-07 [修回日期]2024-09-29 网络出版时间:2024-10-11 09:19:16

troversial. Given the unique pathophysiological state of non-IRAs in MVD, selecting an appropriate revascularization strategy and timing is crucial for improving patient prognosis. Despite ongoing research, there is no consensus on the optimal PCI strategy and timing for non-IRAs. This article reviews research progress in the field of non-IRA PCI with the aim of providing theoretical guidance and reference for clinicians to select suitable revascularization strategies to enhance patient prognoses.

[Key words] ST-segment elevation myocardial infarction; Multivessel disease; Non-infarct-associated artery; Percutaneous coronary intervention; Revascularization

ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction,STEMI)是一种常见且临床预后不良的心血管疾病,对全球医疗健康体系构成了重大挑战[1,2]。在STEMI患者群体中,大约有40%～60%的患者会呈现多支血管病变(multiple vessel disease,MVD),这已被证实是心肌梗死复发和死亡风险增加的一个独立危险因素[3]。在MVD患者心肌梗死中,存在两种冠状动脉病理生理类型:梗死相关动脉(infarct-related artery,IRA)和非梗死相关动脉(non-infarct-related arteries, non-IRA)。IRA是直接导致心肌缺血和坏死的冠状动脉(亦称为犯罪血管);而non-IRA,尽管没有直接引发心肌缺血和坏死,可能存在狭窄或其他病理变化,并可能含有不稳定性斑块。这些斑块具有破裂或脱落风险,从而增加了心脏持续缺血甚至再次引发心肌梗死的潜在复杂性。在STEMI患者中,与仅患有单支血管病变的患者相比,MVD患者的死亡率风险显著增加,风险比达到3.14[4],这一增加的风险主要归因于MVD患者冠状动脉受累的范围更广。此外,MVD患者常伴随有高血压、糖尿病、高血脂等多种预后不良因素,这些因素会进一步加剧non-IRA的狭窄程度及斑块不稳定性,从而增加再次发生心肌梗死的风险[5]。针对STEMI合并MVD患者的经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention,PCI)策略,医学界就是否及何时对non-IRA实施血运重建进行了广泛的探讨。本综述旨在综合评述这一领域内的最新研究进展,并对关于non-IRA血运重建时机选择的主流观点及其争议进行分析和讨论。

## 1 STEMI合并MVD患者:Non-IRA血运重建策略相关指南的演变

在STEMI合并MVD的治疗中,对non-IRA的处理策略历经了不断的变化和发展。早期由于对MVD认识不足,临床医生普遍持保守态度,担心对non-IRA的干预可能对健康心肌造成损害,因而治疗策略更倾向于仅推荐对IRA进行血运重建。然而,随着2013年美国心脏病协会(American Heart Association, AHA)更新STEMI管理指南[6],开始强调对于STEMI合并MVD患者,若有持续性心肌缺血症状或心源性休克表现的情况下可对non-IRA进行干预,否则仅对IRA进行血运重建。2015年,中华医学会也更新了急性STEMI处理指南[7],与国际接轨,强调了在特定情况下仅对IRA进行干预的策略(推荐等级为Ⅱa类,证据级别为B)。然而,自2013年的Wald等[8]研究的发布,以及随后Gershlick等[9]、Engstrøm等[10]研究成果表明:与仅对IRA进行治疗的策略相比,对non-IRA同时进行血运重建,能够显著降低STEMI合并MVD患者的主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)发生率。这些研究结果为STEMI合并MVD患者的治疗策略提供了新的视角和有力的证据支持。基于这些研究结果,2015年AHA的STEMI指南[11]首次提出,在血流动力学稳定的情况下,可考虑紧急或择期对non-IRA进行干预(推荐等级为Ⅱb类)。随后,2017欧洲心脏病协会(European Society of Cardiology, ESC)[12]和2019中华医学会急性STEMI管理指南[13]也纷纷跟进,推荐根据non-IRA病变的严重程度和供血范围来评估治疗方案,并在合适的情况下进行同期血管重建,或者在患者出院前对non-IRA病变实施血管重建(推荐等级为Ⅱa类,证据级别为B)。2020年ESC的STEMI管理指南[14]进一步强调了这一建议,并推荐在出院前常规对non-IRA进行血运重建(证据等级为A级,推荐等级为Ⅱa级)。2023年ESC的急性冠状动脉综合征(ACS)管理指南[15]更是基于一项最新荟萃分析(Meta-analysis)研究结果,支持了全面血运重建在降低心血管病死率方面的益处。因此,对于血流动力学稳定的患者,指南强烈推荐(Ⅰa级)在首次手术中同时对non-IRA进行血运重建,或者在初次事件发生后的45 d内完成这一过程。近年来,随着众多高质量的随机对照试验(randomized controlled trial,RCT)结果的陆续发布,国内外的临床指南对non-IRA的血运重建策略的推荐等级逐步提高。研究显示,STEMI患者的冠脉不仅存在IRA的不稳定斑块,还伴随着多支冠脉的内皮功能障碍和炎症反应,随着冠脉病情的进展,non-IRA的斑块由稳定状态转变为不稳定状态,这也是成为仅针对IRA进行血运重建后MACE增加的主要原因之

一[16]。这一发现强调了在STEMI合并MVD患者的治疗中，除了关注IRA的紧急处理外，还需要评估和考虑non-IRA的病变状态，以预防未来的心血管事件发生。表1列出了不同年份针对STEMI患者合并MVD的血运重建治疗指南推荐，直观地展现了这一治疗策略的演进历程。

**表1　不同年份关于STEMI合并MVD患者的血运重建指南推荐**

Tab 1　Guideline recommendations for revascularization in patients with STEMI and MVD over different years

| 年份 | 指南 | 推荐内容 | 推荐等级 | 证据级别 |
|---|---|---|---|---|
| 2013 | 美国心脏病协会急性STEMI管理指南[6] | 血流动力学稳定时，直接PCI不应干预非梗死相关动脉 | Ⅲ类 | B级 |
| 2015 | 中华医学会急性STEMI管理指南[7] | 若没有持续性心肌缺血症状或心源性休克表现，仅对IRA进行干预 | Ⅱa类 | B级 |
| 2015 | 美国STEMI指南[11] | 若没有持续性心肌缺血症状或心源性休克表现，可考虑对non-IRA进行干预 | Ⅱb类 | B级 |
| 2017 | 欧洲心脏病协会[12] | 根据non-IRA病变的严重程度和供血范围评估治疗方案，同期血管重建或出院前对non-IRA实施血管重建 | Ⅱa类 | A级 |
| 2019 | 中华医学会急性STEMI管理指南[13] | 根据non-IRA病变的严重程度和供血范围评估治疗方案，同期血管重建或出院前对non-IRA实施血管重建 | Ⅱa类 | B级 |
| 2020 | 欧洲STEMI管理指南[14] | 推荐在出院前常规对non-IRA进行血运重建 | Ⅱa级 | A级 |
| 2023 | 欧洲心脏病协会急性心梗管理指南[15] | 对血流动力学稳定患者同台行non-IRA血运重建或45天内完成non-IRA血运重建 | Ⅰa级 | A级 |

注：STEMI：ST段抬高型心肌梗死；PCI：经皮冠脉介入治疗；MVD：多支血管病变；IRA：梗死相关动脉；non-IRA：非梗死相关动脉。

## 2　STEMI合并MVD患者血运重建：国内外研究现状

对于是否处理STEMI合并MVD患者non-IRA，在过去的十年中，Høfsten等、Smits等和Mehta等[17-19]多项随机临床试验已经证实，在STEMI患者成功接受IRA PCI治疗后，进一步对non-IRA进行预防性血运重建可以带来额外的益处。最近的一项系统评价综合分析了10项随机临床试验，涵盖了超过7 030名存在多支血管病变的STEMI患者，结果显示，与仅针对原发性病变进行PCI治疗相比，实施完全血运重建能够显著降低心血管死亡率，以及心血管死亡和心肌再梗死的复合风险[20]。基于这些发现，欧洲最新的临床实践指南推荐将non-IRA完全血运重建作为Ⅰ类证据A级的治疗方案[15]。相较于欧美国家，中国在non-IRA的PCI策略研究上存在相对较少且缺乏大规模RCT数据支持的问题，特别是对于亚洲人群的研究数据，这导致在相关临床指南中的证据等级和推荐级别相对较低。尽管如此，国内医学界在STEMI合并MVD的治疗策略方面已取得了积极的进展。近年来，Li等[21]通过大样本RCT研究，在术后30 d内，完全血运重建组与IRA血运重建组相比，能够显著降低MACE风险（调整后$OR$=0.75，95%$CI$：0.57～0.98，$P$=0.032），并减少院内心力衰竭风险（调整后$OR$=0.71，95%$CI$：0.53～0.94，$P$=0.013）。同样，Lu等[22]在为期3年的随访中发现，完全性血运重建治疗相比仅行IRA血运重建治疗能显著降低MACE风险（16.7% *vs.* 25.6%，$HR$=0.65，95%$CI$：0.47～0.88，$P$=0.006）。此外，国内多项Meta分析也得出了一致的结论，支持完全血运重建为STEMI合并MVD患者带来的潜在益处[23-25]。尽管已经取得积极的进展，但国内的研究仍面临统计效能不足的问题。为了更深入地探究完全血运重建的益处，需要进行更大样本量的RCT研究来提供支持。随着研究的深入和临床经验的积累，预计国内临床指南可能会提高STEMI患者合并MVD时急诊介入治疗中，针对non-IRA血运重建策略的推荐等级及其证据力度。

## 3　STEMI合并MVD患者：新技术对非梗死相关动脉血运重建指导意义

近年来，随着对non-IRA血运重建策略的探讨，血流储备分数（fractional flow reserve，FFR）、血管内超声（intravascular ultrasound，IVUS）和光学相干断层扫描（optical coherence tomography，OCT）等新

兴的冠脉评估技术受到了广泛的关注和应用。这些先进的评估手段为介入医生提供了更为全面和精确的血管病理信息,帮助他们更科学地评估STEMI合并MVD患者时的non-IRA的状况,制定合理的干预方案,从而提高治疗效果和患者预后。尽管冠状动脉造影(coronary angiography,CAG)被誉为评估冠状动脉病变及其程度的"金标准"[26],但在对non-IRA进行PCI的适应症评估时,仍存在一些局限性。研究表明,CAG检测到的冠脉狭窄程度与心肌缺血并没有直接正比关系[27]。这意味着即使CAG显示冠脉存在狭窄,也不一定意味着需要介入治疗。因此,在制定STEMI合并MVD患者的治疗策略时,临床医生需综合考虑CAG结果与其他功能学和形态学评估手段,如FFR、IVUS和OCT,同时结合患者的具体临床情况进行全面评估。

FFR是一种评估冠状动脉血流储备的技术,通过测量特定的狭窄区域的最大血流与基础血流之比,间接反映心肌供血状况[28,29]。一般而言,FFR小于0.8被视作冠脉介入的界值[30]。Smits等[31]研究已经证实了在non-IRA的完全血运重建中,应用FFR指导的策略能有效降低MACE风险(*HR*=0.35,95%*CI*:0.22~0.55,*P*<0.001)。2021年AHA冠状动脉血运重建指南,将FFR对STEMI患者的病变血管的评估提升为Ⅱb类推荐,证据等级B-NR[32]。然而,在Elbadawi等[33]的一项Meta分析却得出不同的结论。该研究纳入11项试验,共涵盖8 195名STEM MVD患者,比较了FFR指导与CAG指导的血运重建策略,发现在降低MACE方面并无明显优势(*P*>0.05)。这可能是因为STEMI急性期患者往往伴有血栓栓塞、心肌顿抑、急性缺血性微血管障碍等情况,使得微血管无法充分舒张到正常状态。此时,FFR测量可能会由于冠状动脉痉挛而高估non-IRA狭窄严重程度,而无法准确反映病变的严重性[34]。因此,2023年ESC ACS管理指南做出了调整,不建议STEMI患者在急性行FFR指导下non-IRA的血运重建[15]。此外,基于FFR的原理,一系列新型功能学评价指标如瞬时无波形比值(instantaneous wave-free ratio,IFR)和定量血流分数(quantitative flow ratio,QFR)等相继出现。这些指标在STEMI合并MVD患者血运重建策略中的指导价值有待进一步研究。

除了FFR之外,IVUS近年来也同样得到了研究者及临床工作者的关注和青睐。IVUS技术通过导管内超声探头,准确评估斑块的严重程度、长度、形态和组成,提供了血管壁全圆周的可视化[35]。已有研究表明,IVUS在减少接受PCI患者的MACE方面具有显著效果。例如,Groenland等[36]和De Maria等[37]试验研究表明,IVUS在改善稳定或复杂冠状动脉病变(包括冠状动脉慢性完全闭塞、左主干病变)患者的短期和长期临床预后方面发挥了积极作用。然而,值得注意的是,STEMI患者实际上已被排除在大型随机对照试验之外,因此,在STEMI中使用IVUS的益处仍不明确。在Lee等[38]一项纳入1 639名包涵STEMI合并MVD患者,经过为期三年的跟踪随访的RCT研究中,结果表明IVUS指导的血运重建在降低全因死亡风险上有显著优势。2023年ESC的ACS管理指南首次将腔内影像技术指导PCI治疗纳入推荐(证据等级为A级,推荐等级为Ⅱa级)[15];但这一推荐是否适用于STEMI合并MVD患者,仍缺乏高质量的证据,需要进一步的确定性试验来证实其效果。尽管如此,IVUS作为一种先进的冠脉评估手段,其在STEMI患者治疗决策中的潜在价值仍需进一步探索。

此外,OCT技术凭借其高分辨率的血管壁横截面成像能力,已在冠心病的精准诊断中得到广泛应用。OCT利用光的干涉原理,相较于IVUS能更清晰地区分斑块特征,精确识别动脉粥样硬化斑块的组成、夹层、斑块破裂或侵蚀等病理机制[39]。众多研究已证实,OCT指导的PCI在改善患者临床结果方面优于传统的血管造影引导PCI,尤其在处理复杂病变时更为显著。近年来,He等[40]、Kang等[41]和Hong等[42]大型随机对照试验均支持OCT引导下PCI可降低MACE发生率。然而,在OCT的主要临床试验中,接受初次PCI的STEMI患者往往被排除在外或代表性不足。最近的Lee等[38]大型研究虽然显示OCT引导的PCI明显降低了心源性死亡、靶血管心肌梗死和再次血运重建的发生率,但STEMI患者所占比例仅为2.4%。2019年中华医学会发布的急性STEMI管理指南[13]提出,OCT可用于急性STEMI患者的PCI引导,但鉴于卫生经济学考量、设备普及率及操作技术复杂性,并未将其作为常规推荐。2023年ESC的ACS管理指南[15]则推荐在病因不明的情况下,支持使用OCT指导PCI,并给予了Ⅱb级的推荐。目前,OCT在指导STEMI合并MVD患者non-IRA的血运重建上尚缺乏明确的证据支持。在2023年进行的一项前瞻性、多中心、开放标签、非劣效性随机对照OCT-Contact研究[43],对比在OCT引导下的和CAG或FFR指导下完全性血运重建,旨在评估STEMI合

并MVD患者OCT引导PCI的有效性和安全性，预计将为临床提供更多证据。表2详细列出了FFR、IVUS和OCT三种技术的定义、原理、应用价值、临床效果、指南推荐以及限制或考虑因素，为临床决策提供了参考。

**表2　FFR、IVUS、OCT对STEMI患者指南推荐**

Tab 2　Guideline recommendations for FFR, IVUS, and OCT in patients with STEMI

| 技术 | 定义/原理 | 应用价值 | 临床效果 | 指南推荐 | 限制/考虑因素 |
|---|---|---|---|---|---|
| FFR | 冠脉血流储备分数，测量狭窄区域的最大血流与基础血流之比 | 判定冠脉血流储备，间接反映心肌供血状况 | 降低MACE风险，减少计划外血运重建 | 2021年AHA指南2b类推荐，证据等级B-NR | 急性期可能高估狭窄严重度，2023年ESC不推荐急性期使用FFR指导non-IRA的血运重建。 |
| IVUS | 血管内超声技术，通过导管内超声探头评估斑块特征 | 提供血管壁全圆周的可视化，表征冠状动脉斑块 | 减少PCI患者MACE，改善短期和长期临床预后 | 2023年ESC ACS管理指南A级证据，Ⅱa级推荐 | STEMI患者益处不明确，需进一步研究 |
| OCT | 光学相干断层成像，利用光干涉原理获得血管壁高分辨率横截面图像 | 区分斑块特征，识别潜在机制 | 降低MACE发生率 | 2023年ESC ACS管理指南Ⅱb推荐 | 初次PCI的STEMI患者代表性不足，非梗死相关动脉指导证据不足 |

注：FFR：血流储备分数；IVUS：血管内超声技术；OCT：光学相干断层成像；STEMI：ST段抬高型心肌梗死；MACE：主要不良心血管事件；ESC：欧洲心脏病协会；PCI：经皮冠状动脉介入治疗；AHA：美国心脏病协会；ACS：急性冠状动脉综合征。

## 4　PCI治疗STEMI合并MVD患者non-IRA最佳时机的选择

STEMI合并MVD患者完全血运重建PCI策略在临床指南中的证据级别及推荐等级逐年上升。当前，在选择完全性血运重建的时机上主要有两种策略：与仅处理IRA的同时进行即时的完全血运重建（immediate complete revascularization，ICR），以及根据计划分阶段实施的完全血运重建（staged complete revascularization，SCR）[26]。尽管现有的指南和随机临床试验揭示了，相较于仅对IRA进行PCI，完全性血运重建策略能为患者带来更多的益处。但关于non-IRA PCI的具体时机上，研究结果仍存在不确定性。在以往的研究中，non-IRA PCI的时机往往由研究中心自行决定，导致许多患者实际上接受了SCR而非ICR。ICR效果尚不明确，且伴随着一系列潜在挑战和风险。例如，大量使用造影剂可能诱发急性肾损伤，同时在处理多个病变时可能出现血流动力学和生命体征的不稳定。急性期炎症反应的加剧、支架内血栓形成以及冠状动脉痉挛等风险，可能导致对non-IRA狭窄严重程度的过度评估[44]。此外，手术时间的延长可能增加医生的疲劳度，影响其对SCR的偏好选择。尽管如此，与SCR相比，ICR仍然具有其独特的、不可替代的优势。

过往研究中，关于non-IRA完全血运重建的最佳时机选择的证据较为有限，且多数研究的证据质量不高，导致结果存在显著差异。研究发现[45]，与早期（1～7 d后）完全性血运重建相比，晚期（8～30 d后）完全性血运重建MACE发生率明显升高，然而，这些研究并未加入同期ICR的比较。周汉力等[46]的研究纳入了同期组的比较，根据急诊PCI分期处理的时间将患者分为3组，结果显示，ICR组的MACE发生率为15.9%，3～10 d后处理组为22.0%，而11～60 d后处理组的MACE发生率高达39.0%。这些数据表明，随着non-IRA PCI时间的延长，患者的预后风险也随之增加（$P$=0.030）。Arnold等[47]在一项前瞻性RCT研究中，进一步将患者根据SCR持续时间分为四分位数：0～7 d（Q1）、7～22 d（Q2）、22～42 d（Q3）、＞42 d（Q4）。研究结果显示，随着SCR时间的延迟，MACE的发生率逐渐升高，分别为Q1：16.5%，Q2：21.2%，Q3：25.8%，Q4：30.1%（$P$＜0.001）。这些发现进一步证实了SCR时间延迟与MACE风险增加之间的相关性。其回归分析也确认了SCR是MACE的独立危险因素（$P$＜0.001）。尽管如此，SCR之前的时间间隔与全因死亡之间并未发现显著关联（$P$=0.671）。

Diletti等[48]开展的多中心RCT研究纳入1 525名患者，研究比较了ICR与SCR在总体生存率和主要结局上的差异。结果表明，两组在全因死亡方面没有显著差异。然而，亚组分析揭示了ICR策略在降低心肌再梗死风险（$HR$=0.41，95%$CI$：0.22～0.76，$P$＜0.004 5），以及减少计划外缺血驱动的再次血运重建率（$HR$=0.61，95%$CI$：0.39～0.95，$P$＜0.03）方面表现出明显优势。Sheth等[49]、Brendea

等[50]以及Park等[51]的RCT研究结果也显示,ICR与SCR组之间的成功率以及一年内MACE发生率没有显著差异($P>0.05$)。Stähli等[52]的另一项多中心国际RCT研究,将患者分为ICR组(418例)与SCR组(422例)。结果显示,ICR组有35例患者(8.5%)发生了主要终点事件,而SCR组有68例患者(16.3%)发生了主要终点事件。这表明,在综合风险方面,包括全因死亡、非致死性心肌梗死、卒中、计划外缺血驱动的血运重建术或1年内因心力衰竭住院等方面,ICR相较于SCR表现出更低的风险($HR=0.52$, 95%$CI$: 0.38~0.72, 非劣效性$P<0.001$)。2024年一项荟萃分析纳入了9项RCT,共涉及3 550名患者,其中1 780名患者接受了ICR,1 770名患者接受了SCR。分析结果显示,ICR组比SCR组($RR=0.73$, 95%$CI$: 0.61~0.87, $P=0.000\ 4$)、心肌梗死($RR=0.53$, 95%$CI$: 0.37~0.77, $P=0.000\ 8$)和计划外缺血驱动的血运重建($RR=0.64$, 95%$CI$: 0.50~0.81, $P=0.000\ 3$)方面均表现出显著优势,尤其是在出院和45 d之间[53]。这些研究结果与2023年ESC的ACS管理指南推荐相一致,并进一步强调了ICR在STEMI合并MVD患者治疗中的重要性[15]。Feng[54]和Cheema[55]等Meta分析结果也得出相似的结论,推荐对于STEMI合并MVD患者接受完全性血运重建时,优先考虑ICR策略。

在探讨完全血运重建的最佳时机选择方面,尽管目前尚未形成统一的共识,但近期的RCT研究和荟萃分析结果越来越倾向于支持对STEMI合并MVD患者进行IRA和non-IRA的同期ICR。此外,随着FFR、IVUS、OCT等先进评估技术在复杂冠状动脉病变中的广泛应用,它们也正逐步被纳入STEMI合并MVD患者完全血运重建时机选择的研究中。这些新技术的应用预期将为确定最佳治疗时机提供更加丰富的支持性证据。其中,FFR指导下的OPTION-STEMI试验[44]有望为对比ICR和SCR提供更多的证据。

## 5 结论

目前大型临床随机对照试验已证实STEMI合并MVD患者在急诊PCI手术完全性血运重建策略的优势,但在选择non-IRA血运重建的最佳时机上,争议依旧存在。为解决这一问题,未来研究需要侧重于多中心、随机对照、大样本的临床试验,以提供更确凿的证据指导临床实践。在临床操作中,医生必须综合考虑患者的具体病情、血管病变的特点及个体需求,制定个性化的血运重建策略。随着医学技术的进步,腔内影像学、功能学评估技术的发展,以及介入相关设备和操作技术的改进,为PCI血运重建策略的优化提供了强有力的支持,对non-IRA在多样化临床情境下的血运重建提供了一定的循证医学证据,并已被纳入2023年ESC的ACS管理指南等最新文献,为临床医生提供了全面而深入的参考资源和实践指导。此外,术后的药物治疗策略,包括抗栓治疗、调脂治疗等的更新,以及康复治疗和护理流程的规范化,对降低术后MACE发生率、提高患者远期预后具有重要意义。

展望未来,医学研究的深入和医疗技术的持续创新将为STEMI合并MVD患者提供更精确高效的治疗方案,显著提升其预后和生活质量。

作者贡献度说明:

朱能元:在本文的创作过程中承担了文献资料检索与整理的核心任务,并负责了文章的主体撰写工作。曾梦雅、罗颖:为本文的写作思路提供了宝贵的指导,并积极参与了文献的搜索与文章的多轮修订工作。陈跃武:则负责文章的整体把控,对文章进行了深入的修改与审校,确保文章的质量与学术价值。

所有作者声明不存在利益冲突关系。

## 参考文献

1 Martin SS, Aday AW, Almarzooq ZI, et al. 2024 heart disease and stroke statistics: A report of US and global data from the American Heart Association[J]. Circulation, 2024, 149(8): e347-e913.

2 Timmis A, Kazakiewicz D, Townsend N, et al. Global epidemiology of acute coronary syndromes[J]. Nat Rev Cardiol, 2023, 20(11): 778-788.

3 Dziewierz A, Siudak Z, Rakowski T, et al. Impact of multivessel coronary artery disease and noninfarct-related artery revascularization on outcome of patients with ST-elevation myocardial infarction transferred for primary percutaneous coronary intervention (from the EUROTRANSFER Registry)[J]. Am J Cardiol, 2010, 106(3): 342-347.

4 Lopes NH, Paulitsch Fda S, Gois AF, et al. Impact of number of vessels disease on outcome of patients with stable coronary artery disease: 5-year follow-up of the medical, angioplasty, and bypass surgery study (MASS)[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2008, 33(3): 349-354.

5 王晗,李全忠.冠心病多支病变患者血运重建策略的研究进展[J].世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2021, 21(4): 67-68.
Wang H, Li Q. Research progress of revascularization strategy in patients with multi vessel coronary artery

disease[J]. World Latest Med Info, 2021, 21(4): 67-68.

6 O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. Circulation, 2013, 127(4): e362-e425.

7 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. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(5): 380-393.
Chinese Society of Cardiology, Editorial Board of Chin J Cardiol. Guidelines for the diagnosis and management of patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chin J Cardiol, 2015, 43(5): 380-393.

8 Wald DS, Morris JK, Wald NJ, et al. Randomized trial of preventive angioplasty in myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2013, 369(12): 1115-1123.

9 Gershlick AH, Khan JN, Kelly DJ, et al. Randomized trial of complete versus lesion-only revascularization in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for STEMI and multivessel disease: The CvLPRIT trial[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(10): 963-972.

10 Engstrøm T, Kelbæk H, Helqvist S, et al. Complete revascularisation versus treatment of the culprit lesion only in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and multivessel disease (DANAMI-3—PRIMULTI): An open-label, randomised controlled trial[J]. Lancet, 2015, 386(9994): 665-671.

11 Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2015 ACC/AHA/SCAI focused update on primary percutaneous coronary intervention for patients with ST-elevation myocardial infarction: An update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for percutaneous coronary intervention and the 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction[J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 67(10): 1235-1250.

12 Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC)[J]. Eur Heart J, 2018, 39(2): 119-177.

13 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. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(10): 766-783.
Chinese Society of Cardiology, Editorial Board of Chin J Cardiol. 2019 Chinese Society of Cardiology (CSC) Guidelines for the diagnosis and management of patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chin J Cardiol, 2019, 47(10): 766-783.

14 Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation[J]. Eur Heart J, 2021, 42(14): 1289-1367.

15 Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes[J]. Eur Heart J, 2023, 44(38): 3720-3826.

16 Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: A review[J]. JAMA, 2022, 327(7): 662-675.

17 Høfsten DE, Kelbæk H, Helqvist S, et al. The third DANish study of optimal acute treatment of patients with ST-segment elevation myocardial infarction: Ischemic postconditioning or deferred stent implantation versus conventional primary angioplasty and complete revascularization versus treatment of culprit lesion only: Rationale and design of the DANAMI 3 trial program[J]. Am Heart J, 2015, 169(5): 613-621.

18 Smits PC, Laforgia PL, Abdel-Wahab M, et al. Fractional flow reserve-guided multivessel angioplasty in myocardial infarction: Three-year follow-up with cost benefit analysis of the Compare-Acute trial[J]. EuroIntervention, 2020, 16(3): 225-232.

19 Mehta SR, Wood DA, Storey RF, et al. Complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2019, 381(15): 1411-1421.

20 Bainey KR, Engstrøm T, Smits PC, et al. Complete *vs.* culprit-lesion-only revascularization for ST-Segment elevation myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Cardiol, 2020, 5(8): 881-888.

21 Li Y, Wang B, Fan F, et al. Thirty-day outcomes of in-hospital multi-vessel versus culprit-only revascularization strategy for ST-segment elevation myocardial infarction with multivessel coronary disease[J]. J Geriatr Cardiol, 2023, 20(7): 485-494.

22 Lu Y, Lee CH, Chen C, et al. Comparison of long-term outcomes of complete *vs.* incomplete revascularization in elderly patients (≥75 years) with acute coronary syndrome and multi-vessel disease undergoing percutaneous coronary intervention[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10: 1037392.

23 贾静静, 赵劲东, 董平栓, 等. 合并多支血管病变的ST段抬高型心肌梗死血运重建策略的Meta分析[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2020, 12(3): 269-274.

Jia J, Zhao J, Dong P, et al. Meta-analysis of revascularization strategy in ST-segment elevation myocardial infarction with multiple vessel disease[J]. Chin J Evid Based Cardiovasc Med, 2020, 12(3): 269-274.

24 王哲,赵海滨,汪国梁,等.完全血运重建治疗急性心肌梗死合并多支血管病变效果的系统评价再评价[J].中国全科医学,2023,26(2):142-153.
Wang Z, Zhao H, Wang G, et al. Complete revascularization for acute myocardial infarction and multivessel disease: An overview of systematic reviews[J]. Chin Gen Pract, 2023, 26(2): 142-153.

25 严广东,吴璠,杨慧,等.完全血运重建对合并多支血管病变的急性ST段抬高型心肌梗死患者预后影响的Meta分析[J].中国循证心血管医学杂志,2019,11(1):24-28.
Yan G, Wu F, Yang H, et al. Meta-analysis of the effect of complete revascularization on the prognosis of patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction complicated with multivessel disease[J]. Chin J Evid Based Cardiovasc Med, 2019, 11(1): 24-28.

26 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.

27 Reynolds HR, Shaw LJ, Min JK, et al. Outcomes in the ISCHEMIA Trial based on coronary artery disease and ischemia severity[J]. Circulation, 2021, 144(13): 1024-1038.

28 姚晶,宋莉,刘臣,等.真实世界中延迟与急诊经皮冠状动脉介入治疗并置入药物洗脱支架对ST段抬高型心肌梗死患者远期预后的影响[J].中国心血管杂志,2020,25(3):214-219.
Yao J, Song L, Liu C, et al. Long-term outcomes in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary versus delayed percutaneous coronary intervention with drug-eluting stents[J]. Chin J Cardiovasc Med, 2020, 25(3): 214-219.

29 李新健,徐昕晔,王贵松.血流储备分数用于指导急性ST段抬高型心肌梗死患者非梗死相关血管血运重建的研究进展[J].中国介入心脏病学杂志,2022,30(5):378-381.
Li X, Xu X, Wang G. Progression of non-infarct-related artery revascularization guided by fractional flow reserve in ST-segment elevation myocardial infarction patients[J]. Chin J Interv Cardiol, 2022, 30(5): 378-381.

30 严诚,黄健峰,张利军,等.基于工作站的CT-FFR对评估冠状动脉功能性狭窄的临床初步探究[J].复旦学报(医学版),2021,48(3):356-362.
Yan C, Huang J, Zhang L, et al. Diagnostic performance of workstation-based CT-FFR for detection of functionally significant stenosis in coronary artery disease[J]. Fudan Univ J Med Sci, 2021, 48(3): 356-362.

31 Smits PC, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, et al. Fractional flow reserve-guided multivessel angioplasty in myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2017, 376(13): 1234-1244.

32 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.

33 Elbadawi A, Dang AT, Hamed M, et al. FFR-versus angiography-guided revascularization for nonculprit stenosis in STEMI and multivessel disease: A network meta-analysis[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2022, 15(6): 656-666.

34 Nishi T, Fearon WF. FFR-guided PCI in STEMI[J]. EuroIntervention, 2019, 15(2): 134-136.

35 Peng C, Wu H, Kim S, et al. Recent advances in transducers for intravascular ultrasound (IVUS) imaging[J]. Sensors (Basel), 2021, 21(10): 3540.

36 Groenland FT, Neleman T, Kakar H, et al. Intravascular ultrasound-guided versus coronary angiography-guided percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Cardiol, 2022, 353: 35-42.

37 De Maria GL, Testa L, de la Torre Hernandez JM, et al. A multi-center, international, randomized, 2-year, parallel-group study to assess the superiority of IVUS-guided PCI versus qualitative angio-guided PCI in unprotected left main coronary artery (ULMCA) disease: Study protocol for OPTIMAL trial[J]. PLoS One, 2022, 17(1): e0260770.

38 Lee JM, Choi KH, Song YB, et al. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI[J]. N Engl J Med, 2023, 388(18): 1668-1679.

39 Aumann S, Donner S, Fischer J, et al. Optical coherence tomography (OCT): Principle and technical realization[M]//In: Bille JF, editor. High resolution imaging in microscopy and ophthalmology: New frontiers in biomedical optics. Cham (CH): Springer; 2019, 59-85.

40 He L, Zhang D, Xu Y, et al. Benefits of an OCT-based reperfusion strategy in STEMI: 1-year angiographic follow-up of EROSION Ⅲ[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2023, 16(3): 390-392.

41 Kang DY, Ahn JM, Yun SC, et al. Optical coherence tomography-guided or intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention: The OCTIVUS randomized clinical trial [J]. Circulation, 2023, 148(16): 1195-1206.

42 Hong D, Lee SH, Lee J, et al. Cost-effectiveness of fractional flow reserve-guided treatment for acute myocardial infarction and multivessel disease: A prespecified analysis of the FRAME-AMI randomized clinical trial [J]. JAMA Netw Open, 2024, 7(1): e2352427.

43 Iannaccone M, DE Filippo O, Montabone A, et al. OCT guided *vs.* complete PCI in patients with ST segment elevation myocardial infarction and multivessel disease: OCT-CONTACT RCT[J]. Minerva Cardiol Angiol, 2023, 71(4): 431-437.

44 Kim MC, Ahn JH, Hyun DY, et al. Timing of fractional flow reserve-guided complete revascularization in patients with ST-segment elevation myocardial infarction with multivessel disease: Rationale and design of the OPTION-STEMI trial[J]. Am Heart J, 2024, 273: 35-43.

45 徐艺芮, 王怀根, 梁焱娇, 等. 合并多支血管病变的ST段抬高型心肌梗死非罪犯血管行经皮冠状动脉介入治疗的最佳时机及其对患者预后的影响[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2021, 29(8): 454-461.
Xu Y, Wang H, Liang Y, et al. Optimal timing of percutaneous coronary intervention for no-culprit vessel in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with multi-vessel disease and its effect on the prognosis[J]. Chin J Interv Cardiol, 2021, 29(8): 454-461.

46 周汉力, 夏中华, 黄兴杰, 等. STEMI伴多支血管病变患者非梗死相关动脉的处理时机 [J]. 河北医药, 2023, 45(15): 2261-2265.
Zhou H, Xia Z, Huang X, et al. Timing of non-infarct-related arterial management in ST-elevation myocardial infarction patients combined with multivessel coronary artery disease[J]. Hebei Med J, 2023, 45(15): 2261-2265.

47 Arnold JH, Bental T, Greenberg G, et al. Timing of nonculprit percutaneous coronary intervention after ST-elevation myocardial infarction [J]. Cardiology, 2021, 146(5): 556-565.

48 Diletti R, den Dekker WK, Bennett J, et al. Immediate versus staged complete revascularisation in patients presenting with acute coronary syndrome and multivessel coronary disease (BIOVASC): A prospective, open-label, non-inferiority, randomised trial[J]. Lancet, 2023, 401(10383): 1172-1182.

49 Sheth T, Pinilla-Echeverri N, Moreno R, et al. Nonculprit lesion severity and outcome of revascularization in patients with STEMI and multivessel coronary disease[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(11): 1277-1286.

50 Brendea MT, Popescu MI, Popa V, et al. A clinical trial comparing complete revascularization at the time of primary percutaneous coronary intervention versus during the index hospital admission in patients with multi-vessel coronary artery disease and STEMI uncomplicated by cardiogenic shock[J]. Anatol J Cardiol, 2021, 25(11): 781-788.

51 Park S, Rha SW, Choi BG, et al. Immediate versus staged complete revascularization in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and multivessel coronary artery disease: Results from a prematurely discontinued randomized multicenter trial[J]. Am Heart J, 2023, 259: 58-67.

52 Stähli BE, Varbella F, Linke A, et al. Timing of complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2023, 389(15): 1368-1379.

53 Zhou Y, Sun B. Immediate versus staged complete revascularization in patients presenting with acute coronary syndrome and multivessel coronary disease without cardiac shock: A study-level meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Cardiovasc Drugs Ther, 2024, DOI: 10.1007/s10557-024-07597-7.

54 Feng Y, Li S, Hu S, et al. The optimal timing for nonculprit percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease: A pairwise and network meta-analysis of randomized trials [J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 1000664.

55 Cheema HA, Bhanushali K, Sohail A, et al. Immediate versus staged complete revascularization in patients with acute coronary syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Am J Cardiol, 2024, 220: 77-83.

[**本文编辑**] 雷 燕 宋睿璞 陈思润