

急性 ST 段抬高型心肌梗死后支架置入时机的研究进展

苏利芳 汪雁博 刘畅畅 姜云发

(河北医科大学第二医院心内科, 河北 石家庄 050000)

【摘要】 急诊经皮冠状动脉介入治疗是急性 ST 段抬高型心肌梗死患者救治的关键措施, 立即支架置入是目前开通血管、恢复血流常用的介入方法, 但存在微循环栓塞及无复流的现象, 严重影响预后。延迟支架置入(DSI)联合强化抗栓治疗, 可减轻冠状动脉血栓负荷, 降低微循环障碍的发生率, 改善患者的心脏功能及预后。但多项随机对照试验结果并未显示出 DSI 的明显获益, 因此临床上对于 DSI 的应用仍存在争议。现对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者支架置入时机进行综述, 从而为临床工作提供参考。

【关键词】 延迟支架置入; 立即支架置入; 急性 ST 段抬高型心肌梗死

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2024.05.011

The Timing of Stent Implantation for Acute ST Segment Elevation Myocardial Infarction

SU Lifang, WANG Yanbo, LIU Changchang, JIANG Yunfa

(Department of Cardiology, The Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei, China)

【Abstract】 Emergency percutaneous coronary intervention is the key treatment for patients with acute ST segment elevation myocardial infarction. Immediate stent implantation is a commonly used interventional method to open blood vessels and restore blood flow, but there are microcirculation embolism and no reflow phenomenon, which seriously affect the prognosis. Delayed stent implantation(DSI) combined with enhanced antithrombotic therapy can reduce the burden of coronary thrombosis and the incidence of microcirculation disorders, and improve the cardiac function and prognosis of patients. However, many randomized controlled trials did not show significant benefits of DSI. Therefore, the clinical application of DSI is still controversial. This article will review the timing of stent implantation in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction, so as to provide reference for clinical work.

【Keywords】 Delayed stent implantation; Immediate stent implantation; Acute ST segment elevation myocardial infarction

急性 ST 段抬高型心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)是由于冠状动脉(冠脉)斑块破裂或糜烂激发血栓形成, 从而引起冠脉的完全性闭塞, 导致供血区内的心肌产生透壁性损伤、坏死。治疗的关键不仅是及时开通梗死相关血管, 恢复冠脉血流, 更重要的是恢复心肌细胞的有效灌注, 挽救濒死的心肌, 改善患者预后。目前有效的再灌注策略包括静脉溶栓、经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)和冠状动脉旁路移植术。对于确诊的急性 STEMI 患者, 若能在 120 min 内转运至具备 PCI 能力的医院, 则首选急诊直接 PCI 开通梗死相关血管, 否则应在首次医疗接触后 30 min 内进行溶栓治疗^[1-2], 对于溶栓失败的患者应立即行补救 PCI, 溶栓成功的患者应在 2 ~ 24 h 内行冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)评估血流恢复情况^[3-4]。

然而对于经过应用肝素、静脉溶栓、冠脉内血栓抽吸及球囊扩张等操作, 血流已恢复的 STEMI 患者, 尤其是对于血栓高负荷、微循环障碍高风险的患者, 常规球囊扩张合并立即支架置入(immediate stent implantation, ISI)有可能出现无复流及慢血流现象, 影响救治效果。延迟支架置入(deferred stent implantation, DSI)是否可改善这部分患者的预后目前仍存在争议。现就急性 STEMI 患者支架置入时机进行讨论, 从而为临床工作提供参考。

1 ISI 的优势与潜在风险

ISI 的紧急 PCI 是急性 STEMI 患者再灌注的首选方法。通过基础药物治疗、静脉溶栓、球囊扩张或者冠脉内血栓抽吸等处理, 使冠脉内急性心肌梗死溶栓试验(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)血流分级达到 2 ~ 3 级后立即置入支架来持久有效地解除

血管狭窄。与单纯的球囊扩张相比,ISI 可有效地防止梗死相关血管再闭塞的发生,降低近期及远期死亡、再梗死、致残性卒中及靶血管重建的复合终点事件的发生率^[5-6],并能明显改善患者的长期生存率^[7]。一项荟萃分析^[8]纳入了 9 项研究总计 4 433 例急性 STEMI 患者,证实 ISI 可降低血管再狭窄及血运重建的发生率。另一项荟萃分析^[9]也证明 ISI 可明显降低靶血管的血运重建,从而降低 6~12 个月主要不良心血管事件的发生风险($OR=0.52, 95\% CI 0.44 \sim 0.62, P<0.001$)。

但在急性血栓形成的血管环境中 ISI 存在一些潜在的风险,虽能有效恢复心外膜正常的冠脉血流,但存在微循环灌注受损的现象。有动物研究^[10]证实冠脉完全闭塞 40 min 时开通血管,心肌血流灌注可恢复至正常,闭塞 90 min 时再开通,心肌血流灌注明显减低。支架置入及球囊扩张过程中挤压血栓及斑块,碎屑会随血液流至冠脉的远端造成堵塞,同时急性缺血缺氧会引起冠脉血管内皮细胞的肿胀、血管痉挛、毛细血管内皮功能障碍,均会导致微循环阻塞^[11-14],造成慢血流及无复流现象。来自 7 项随机试验的个体数据汇总分析 1 688 例行 ISI 治疗的急性 STEMI 患者,在术后 7 d 内行心脏磁共振检查评估微循环灌注情况,结果显示 56.9% 的患者存在微循环阻塞,且随访 6 个月,发现微循环阻塞的程度与心力衰竭再住院及死亡的发生率密切相关,并且通过多因素分析显示,微循环阻塞是全因死亡的独立预测因子^[15]。同时由于梗死相关血管血栓负荷较重、血管痉挛以及外部水肿组织的压迫等因素,支架置入的位置和支架大小可能并不合适,会造成支架贴壁不良、支架小梁未覆盖、晚期和极晚期支架内血栓形成的风险增高^[16]。

2 DSI 策略在 STEMI 患者中的应用

为避免 ISI 带来的潜在问题,有学者提出 DSI 的理念,先通过血栓抽吸、球囊扩张及溶栓治疗等方式使梗死相关血管血流恢复,经过数天的强化抗血栓治疗,待冠脉内血栓负荷降低及血流稳定后再行支架置入治疗。甚至有研究^[17-18]提出 DSI 结合最小化即时机械干预策略,仅应用导丝或直径 <2 mm 的小球囊缓慢增加压力,对病变血管进行扩张来减少对血栓和斑块的挤压,可最大程度地降低慢血流及无复流的发生。但目前对于 DSI 的人群选择、置入时机以及安全性仍存在很多争议。

多项研究评估了 DSI 的有效性 & 安全性,但研究的结果并不一致。部分研究^[17,19-22]显示,对于发病 12 h 内到达医院行首次 CAG 显示梗死相关血管 TIMI 血流分级为 3 级,或通过球囊扩张及血栓抽吸血流恢复的急性 STEMI 患者,经过数小时甚至数日的抗栓治疗后再

次行 CAG 检查显示,冠脉内血栓负荷及血管狭窄程度较前明显减轻,甚至部分患者可避免支架的置入,且并未增加冠脉急性再闭塞的发生率。长期随访结果显示,DSI 还可改善心脏功能及临床预后。

然而,近年来几项随机对照试验却显示,常规 DSI 策略并不能改善患者的微循环灌注及主要不良心血管事件。一项大规模、随访时间长、多中心的随机对照“DANAMI 3-DEFER”研究^[23]结果显示,DSI 并未改善临床结局,该研究共纳入 1 215 例发病 12 h 内急性 STEMI 患者,随机分为 ISI 组($n=612$)与 DSI 组($n=603$),对于 DSI 组的患者首次 CAG 应用导丝、血栓抽吸或球囊扩张后 TIMI 血流分级达到 2~3 级后观察 10 min,确保血流稳定后结束手术,随后应用比伐卢定或血小板糖蛋白 IIb/IIIa 受体拮抗剂抗栓治疗至少 4 h,两组均常规口服双联抗血小板治疗。DSI 组平均 3 d 后再次行 CAG 检查,若残余狭窄 $<30\%$ 、无夹层及血栓存在,则可避免支架置入,对于该部分患者 3 个月后再行 CAG 检查。随访 42 个月,结果认为 DSI 并未降低患者全因死亡、因心力衰竭再入院、再发心肌梗死及靶血管血运重建的主要复合终点事件的发生率($17\% \text{ vs } 18\%, P=0.92$)。随后完成的“DANAMI-3-DEFER”的亚组研究^[24]显示,常规 DSI 不能减少梗死面积和降低微血管阻塞发生的风险。INNOVATION 研究^[25]主要是评估与 ISI 相比,3~7 d 的 DSI 对心肌梗死面积与微循环灌注的影响,首次再灌注治疗后 30 d 行心脏磁共振检查结果显示,DSI 并未减少 STEMI 患者的心肌梗死面积,降低微循环障碍的发生率。同样,最小化即时机械干预研究^[26]比较了 ISI 与延迟 24~48 h (平均 36 h) 支架置入对微循环灌注及临床事件发生的影响,结果不支持常规应用 DSI 策略,并提出 DSI 的弊端,需行二次 PCI 的手术相关风险增高、住院时间延长及住院花费高等。

以上几项随机对照试验结果均认为 DSI 并不能使 STEMI 患者获益,甚至认为会增加患者的手术风险、延长患者住院时间及增加住院费用。但“DANAMI-3-DEFER”的研究^[24]结果显示,DSI 组有 14% 的患者避免了支架的置入,支架置入的总长度明显小于 ISI 组,随访 18 个月,DSI 组的左室射血分数高于 ISI 组,且有统计学意义($60\% \text{ vs } 57\%, P=0.042$)。INNOVATION 研究亚组分析^[25]显示针对前壁心肌梗死的患者,DSI 可减少心肌梗死的面积,降低微循环阻塞的发生率。而最小化即时机械干预研究^[26]直接将血栓负荷高、血流不稳定的患者排除在外,这部分高危患者可能是 DSI 策略真正获益的人群。因此,以上几项研究的结论还值得进一步思考和验证。

梗死相关血管的高血栓负荷与 STEMI 患者直接

PCI 术后远端栓塞及无复流的发生密切相关,是主要不良心血管事件及支架内血栓形成的独立危险因素^[27-28]。国内外针对这部分患者支架置入的时机进行了相关研究^[29-35],均认为经过数天的强化抗栓治疗后再行支架的置入可明显降低远端栓塞及无复流的发生,改善心肌微循环的灌注,且未增加不良事件的发生率。Souteyrand 等^[36]应用冠脉内光学相干断层成像评估冠脉内血栓负荷变化,结果显示在急性期后 7 d 冠脉内的血栓负荷会明显降低。Mester 等^[18]入选存在血栓高负荷的患者 155 例,应用导丝或者小球囊扩张冠脉使 TIMI 血流分级达到 2~3 级后,经过 7 d 的强化抗栓治疗和抗凝治疗后,再次行 CAG 检查,结果显示 TIMI 血流分级明显改善,病变血管的狭窄程度明显减轻,最终有约 36% 的患者避免支架的置入。一项国内的研究^[29]同样对血栓高负荷的急性 STEMI 患者经过 7 d 的抗栓治疗前行支架置入术,结果显示该组患者术后 TIMI 血流分级达到 3 级的比例更高(97.5% vs 80.9%, $P=0.018$),并且显著降低了远端栓塞(2.5% vs 19.1%, $P=0.018$)和无复流的发生率(0% vs 14.9%, $P=0.014$)。Ke 等^[30]应用心肌呈色分级结合 TIMI 血流分级评估高血栓负荷患者经过 7 d 的抗栓治疗前行支架置入对心肌微循环的影响,与 ISI 相比,DSI 虽然 TIMI 血流分级无明显差异(2.91 ± 0.49 vs 2.84 ± 0.37 , $P>0.05$),但心肌呈色分级却明显改善(2.45 ± 0.67 vs 1.80 ± 0.88 , $P<0.001$)。以上研究多强调对于血栓高负荷患者,在行 DSI 前强化抗栓治疗的重要性,除常规的双联抗血小板治疗外,还要重视围手术期肝素、比伐卢定及血小板糖蛋白 IIb/IIIa 受体拮抗剂的使用,在降低缺血事件发生的同时不增加出血风险成为治疗的关键。

DEFER-STEMI 研究^[37]对存在以下至少 1 项无复流或慢血流危险因素 STEMI 患者的支架置入时机进行评估,危险因素包括:病史特征(包括陈旧性心肌梗死、年龄 ≥ 65 岁或症状持续 ≥ 6 h),罪犯血管特征(包括 CAG 首帧 TIMI 血流分级为 0~1 级、高血栓负荷、长病变、小管径),再灌注后急性微循环损伤的临床表现(如 ST 段仍持续抬高)。研究结果显示 DSI 组患者的无复流或慢血流发生显著少于 ISI 组($P=0.006$),前者在支架置入后 TIMI 血流分级和心肌呈色分级均优于后者,心肌梗死发病后 2 d 及 6 个月行心脏磁共振检查提示 DSI 组患者的心肌存活率和存活指数均优于 ISI 组。该研究结果为高危 STEMI 患者提出新的治疗策略。

以上 DSI 策略的研究由于纳入患者的危险分层、分组方式、随访时长及观察指标不同,尤其是延迟时间、围手术期抗栓治疗用药的种类及强度、评价微循

环手段各异,这些因素都会影响研究的最终结果。支架置入前的充分抗栓治疗,可明显减轻冠脉血栓负荷、稳定血流环境,此时 CAG 能更加准确地评估血管病变情况,能进一步优化再血管化策略,包括避免支架的置入、支架大小的选择以及多支病变的患者行外科手术。最重要的是可改善急性 STEMI 患者的临床预后。但 DSI 会延长患者的住院时间、增加诊疗费用以及面临二次手术带来的相关风险,包括再闭塞、对比剂肾病等风险。因此 DSI 的指征及时机应严格把握。

3 DSI 在 STEMI 患者中应用的前景和展望

目前还没有循证医学证据表明何时为 STEMI 患者最佳支架置入时机。对于急诊 CAG 提示无残余血栓且存在固定有意义狭窄的 STEMI 患者,可考虑 ISI 解除狭窄恢复血流。但对于 CAG 提示高血栓负荷、无复流高危患者,延迟支架策略可能是一种更合理的选择^[38]。通过血栓抽吸、球囊扩张等操作使血流恢复并且维持稳定,尤其冠脉内靶向溶栓治疗可明显降低血栓负荷,改善微循环灌注,减少主要不良事件的发生^[39-41]。经过数天的强化抗栓治疗,包括规范的抗凝治疗及抗血小板治疗,待冠脉内血栓负荷明显减轻、血流环境更加稳定后择期再次行 CAG 检查,并通过功能学评价如微循环阻力指数评估冠脉血流恢复、心肌灌注情况,根据结果决定是否需要支架的置入。

总之,DSI 为部分急性 STEMI 患者提供了治疗的新思路,但对于延迟支架的适用人群、延迟时机以及围手术期抗栓治疗的应用需结合中国人群的特点进行更大规模、设计更科学的试验研究和临床长期观察。

参 考 文 献

- [1] 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):766783.
- [2] 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):119177.
- [3] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44(5):B82-B400.
- [4] Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, et al. Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2013, 368(15):1379-1387.
- [5] Grines CL, Cox DA, Stone GW, et al. Coronary angioplasty with or without stent implantation for acute myocardial infarction. Stent primary angioplasty in myocardial infarction study group[J]. N Engl J Med, 1999, 341(26):1949-1956.
- [6] Stone GW, Grines CL, Cox DA, et al. Comparison of angioplasty with stenting, with or without abciximab, in acute myocardial infarction[J]. N Engl J Med, 2002, 346(13):957-966.

- [7] Brogan RA, Alabas O, Almudarra S, et al. Relative survival and excess mortality following primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2019, 8(1): 68-77.
- [8] Nordmann AJ, Bucher H, Hengstler P, et al. Primary stenting versus primary balloon angioplasty for treating acute myocardial infarction [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2005(2): CD005313.
- [9] Zhu MM, Feit A, Chadow H, et al. Primary stent implantation compared with primary balloon angioplasty for acute myocardial infarction: a meta-analysis of randomized clinical trials[J]. *Am J Cardiol*, 2001, 88(3): 297-301.
- [10] Kloner RA, Ganote CE, Jennings RB. The “no-reflow” phenomenon after temporary coronary occlusion in the dog [J]. *J Clin Invest*, 1974, 54(6): 1496-1508.
- [11] Tiller C, Reindl M, Holzknecht M, et al. Relationship between admission Q waves and microvascular injury in patients with ST-elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention [J]. *Int J Cardiol*, 2019, 297: 1-7.
- [12] Fokkema ML, Vlaar PJ, Svilaas T, et al. Incidence and clinical consequences of distal embolization on the coronary angiogram after percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction [J]. *Eur Heart J*, 2009, 30(8): 908-915.
- [13] Lønborg J, Kelbæk H, Helqvist S, et al. The impact of distal embolization and distal protection on long-term outcome in patients with ST elevation myocardial infarction randomized to primary percutaneous coronary intervention—Results from a randomized study[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2015, 4(2): 180-188.
- [14] Niccoli G, Burzotta F, Galiuto L, et al. Myocardial no-reflow in humans [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54(4): 281-292.
- [15] de Waha S, Patel MR, Granger CB, et al. Relationship between microvascular obstruction and adverse events following primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction: an individual patient data pooled analysis from seven randomized trials [J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(47): 3502-3510.
- [16] Gonzalo N, Barlis P, Serruys PW, et al. Incomplete stent apposition and delayed tissue coverage are more frequent in drug-eluting stents implanted during primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction than in drug-eluting stents implanted for stable/unstable angina: insights from optical coherence tomography [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2009, 2(5): 445-452.
- [17] Isaz K, Robin C, Cerisier A, et al. A new approach of primary angioplasty for ST-elevation acute myocardial infarction based on minimalist immediate mechanical intervention [J]. *Coron Artery Dis*, 2006, 17(3): 261-269.
- [18] Mester P, Bouraist H, Delarche N, et al. At least seven days delayed stenting using minimalist immediate mechanical intervention (MIMI) in ST-segment elevation myocardial infarction: the SUPER-MIMI study [J]. *EuroIntervention*, 2017, 13(4): 390-396.
- [19] Pascal J, Veugeois A, Slama M, et al. Delayed stenting for ST-elevation acute myocardial infarction in daily practice: a single center experience [J]. *Can J Cardiol*, 2016, 32(8): 988-995.
- [20] Harbaoui B, Emsellem P, Cassar E, et al. Primary angioplasty: effect of deferred stenting on stent size [J]. *Arch Cardiovasc Dis*, 2017, 110(4): 206-213.
- [21] Kook H, Lee HJ, Kim MN, et al. Effects of deferred versus immediate stenting on left ventricular function in patients with ST elevation myocardial infarction [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(28): e26598.
- [22] Kelbæk H, Engstrøm T, Ahtarovski KA, et al. Deferred stent implantation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: a pilot study [J]. *EuroIntervention*, 2013, 8(10): 1126-1133.
- [23] Kelbæk H, Hæfsten DE, Kæber L, et al. Deferred versus conventional stent implantation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (DANAMI 3-DEFER): an open-label, randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2016, 387(10034): 2199-2206.
- [24] Lønborg J, Engstrøm T, Ahtarovski KA, et al. Myocardial damage in patients with deferred stenting after STEMI: a DANAMI-3-DEFER substudy [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 69(23): 2794-2804.
- [25] Kim JS, Lee HJ, Woong Yu C, et al. INNOVATION Study (Impact of Immediate Stent Implantation Versus Deferred Stent Implantation on Infarct Size and Microvascular Perfusion in Patients With ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction) [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2016, 9(12): e004101.
- [26] Belle L, Motreff P, Mangin L, et al. Comparison of immediate with delayed stenting using the minimalist immediate mechanical intervention approach in acute ST-segment elevation myocardial infarction: the MIMI study [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2016, 9(3): e003388.
- [27] Soeda T, Higuma T, Abe N, et al. Morphological predictors for no reflow phenomenon after primary percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction caused by plaque rupture [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017, 18(1): 103-110.
- [28] Sianos G, Papafakis MI, Daemen J, et al. Angiographic stent thrombosis after routine use of drug-eluting stents in ST-segment elevation myocardial infarction: the importance of thrombus burden [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(7): 573-583.
- [29] Tang L, Zhou SH, Hu XQ, et al. Effect of delayed vs immediate stent implantation on myocardial perfusion and cardiac function in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous intervention with thrombus aspiration [J]. *Can J Cardiol*, 2011, 27(5): 541-547.
- [30] Ke D, Zhong W, Fan L, et al. Delayed versus immediate stenting for the treatment of ST-elevation acute myocardial infarction with a high thrombus burden [J]. *Coron Artery Dis*, 2012, 23(7): 497-506.
- [31] Luo D, Hu X, Sun S, et al. The outcomes in STEMI patients with high thrombus burden treated by deferred versus immediate stent implantation in primary percutaneous coronary intervention: a prospective cohort study [J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(7): 573.
- [32] Meneveau N, Sèronde MF, Descotes-Genon V, et al. Immediate versus delayed angioplasty in infarct-related arteries with TIMI III flow and ST segment recovery: a matched comparison in acute myocardial infarction patients [J]. *Clin Res Cardiol*, 2009, 98(4): 257-264.
- [33] Magdy AM, Demitry SR, Hasan-Ali H, et al. Stenting deferral in primary percutaneous coronary intervention: exploring benefits and suitable interval in heavy thrombus burden [J]. *Egypt Heart J*, 2021, 73(1): 78.
- [34] Harbaoui B, Courand PY, Besnard C, et al. Deferred vs immediate stenting in ST elevation myocardial infarction: potential interest in selected patients [J]. *Presse Med*, 2015, 44(11): e331-e339.
- [35] Sakellariou XM, Katsanos GI, Efsthathopoulos AP, et al. Should deferred stenting still be considered in ST-elevation myocardial infarction with high thrombus burden? [J]. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2021, 8(6): 59.
- [36] Souteyrand G, Amabile N, Combaret N, et al. Invasive management without stents in selected acute coronary syndrome patients with a large thrombus burden: a prospective study of optical coherence tomography guided treatment decisions [J]. *EuroIntervention*, 2015, 11(8): 895-904.
- [37] Carrick D, Oldroyd KG, McEntegart M, et al. A randomized trial of deferred stenting versus immediate stenting to prevent no- or slow-reflow in acute ST-segment elevation myocardial infarction (DEFER-STEMI) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(20): 2088-2098.
- [38] 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. ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 微循环保护策略中国专家共识 [J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50(3): 221-230.
- [39] Alexiou S, Patoulas D, Theodoropoulos KC, et al. Intracoronary thrombolysis in ST-segment elevation myocardial infarction patients undergoing primary percutaneous coronary intervention: an updated meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Cardiovasc Drugs Ther*, 2024, 38(2): 335-346.
- [40] Chen L, Shi L, Tian W, et al. Intracoronary thrombolysis in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Angiology*, 2021, 72(7): 679-686.
- [41] Kaddoura R, Mohamed Ibrahim MI, Al-Badriyeh D, et al. Intracoronary pharmacological therapy versus aspiration thrombectomy in STEMI (IPAT-STEMI): a systematic review and meta-analysis of randomized trials [J]. *PLoS One*, 2022, 17(5): e0263270.