

- masquerading as lung metastasis in gynecologic cancers: Two case reports[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(47): e36274.
- [20] WANG H, CHEN X, WANG Y, et al. Pulmonary cryptococcosis coexisting with lung adenocarcinoma: A case report and review of the literature[J]. *Oncol Lett*, 2024, 27(2): 47.
- [21] 张允.免疫功能正常者肺隐球菌病磁共振诊断探析[J].临床合理用药杂志,2014,7(31):151.
- [22] 李生树,唐明灯,林端瑜,等.22例结节型肺隐球菌病¹⁸F-FDG PET/CT显像的回顾性分析[J].国际放射医学核医学杂志,2020,44(1):37-44.
- [23] ZHANG Y, CHU Z, YU J, et al. Computed tomography-based radiomics for identifying pulmonary cryptococcosis mimicking lung cancer[J]. *Med Phys*, 2022, 49(9): 5943-5952.
- [24] ZHAO J, SUN L, SUN K, et al. Development and validation of a radiomics nomogram for differentiating pulmonary cryptococcosis and lung adenocarcinoma in solitary pulmonary solid nodule[J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 759840.
- [25] LI S, ZHANG G, YIN Y, et al. One deep learning local-global model based on CT imaging to differentiate between nodular cryptococcosis and lung cancer which are hard to be diagnosed[J]. *Comput Med Imaging Graph*, 2021, 94: 102009.
- [26] ZHANG Z X, MU X Y, YU J, et al. Establishment and evaluation of a CT-based radiomic model for AIDS-associated pulmonary cryptococcosis[J]. *BMC Med Imaging*, 2022, 22(1): 185.

收稿日期:2024-01-16

(本文编辑:陈志翔)

冠状动脉非阻塞性心肌梗死的研究现状及进展

朱登,罗一派,沈艳,陈晓敏

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.05.040

【中图分类号】 R542.22 【文献标志码】 C 【文章编号】 1671-0800(2024)05-0696-05

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 的诊断和治疗在过去五十年中取得了长足进步,这归功于冠状动脉疾病(coronary artery disease, CAD)评估的创新,包括冠状动脉造影(coronary arteriography, CAG)的广泛使用。然而约6%的AMI患者CAG结果未见明显的狭窄性病变^[1],即狭窄<50%,定义为冠状动脉非阻塞性心肌梗死(myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries, MINOCA),于2013年首次提出。2016,欧洲心脏病学会(ESC)工作组发布了首个关于MINOCA的立场文件,次年ESC更新的STEMI指南也新增了MINOCA的诊断标准^[2]。随后,在心肌梗死(MI)的第四个通用定义中^[3],强调了心肌损伤(血浆肌钙蛋白水平升高)和MI(缺血引起的心肌损伤)之间的界限。因此,疑似MINOCA患者的工作诊断方法是首先排除非缺血性疾病,然后确定“真正MINOCA患者”心肌缺血的根本原因。

张群英等^[4]在2021年研究提示,女性AMI患者

年龄大于男性,合并高血压、糖尿病比例高于男性,且女性可能与AMI预后不良呈显著相关性。MINOCA作为AMI患者中一类不可忽视的分型,多发于年轻的女性患者^[1]。合并高血压、糖尿病、血脂异常等传统危险因素的比例明显较低^[5],但同样具有较高的心律失常、心力衰竭等心血管事件风险^[1,6]。目前关于MINOCA患者危险因素及预后是否存在性别差异的研究较少,且关于MINOCA患者不良预后的预测因素尚不清楚。

本文综述了MINOCA的流行病学、病理生理机制、临床特征、诊断现状、治疗及预后的新进展,并特别关注其性别相关差异。

1 流行病学

据统计,MINOCA的患病率在AMI患者中占1%~14%(总体患病率为6%)^[1]。现有的研究一致显示,与冠状动脉阻塞性心肌梗死患者(myocardial infarction associated with obstructive coronary artery disease, MI-CAD)相比,MINOCA患者年龄更小(59岁 vs 61岁),而且更可能是女性(77% vs 50%)^[1]。针对年轻患者(<55岁)AMI的VIRGO研究报告指出^[6],

基金项目: 宁波市科技计划项目(2022Z149)

作者单位: 315211 宁波,宁波大学医学部

通信作者: 陈晓敏,Email: chxmin@hotmail.com

与同龄男性患者相比,女性患 MINOCA 的概率是男性的五倍。此外,在 CRUSADE 登记研究中,女性和年轻人是 MINOCA 的唯一独立临床预测因素^[7]。

2 病理生理学机制

MINOCA 的诊断在病理生理学中涉及许多机制,大致可分为心外膜血管和微血管的原因,包括冠状动脉痉挛(CAS)、冠状动脉斑块破裂、冠状动脉自发性血栓或栓塞、自发性冠状动脉夹层(SCAD)、冠状动脉微血管功能障碍(CMD),以及供需不匹配。

2.1 CAS CAS是指在不存在阻塞性动脉粥样硬化斑块的情况下,冠状动脉完全或次全闭塞(> 90%),导致心肌缺血,伴或不伴心绞痛症状。据文献报道,47%~73%的 MINOCA 患者可出现 CAS^[8-9]。对于女性来说,绝经后的 CAS 风险增加^[10]。CAS 的确切触发因素尚不清楚,但大多数患者都可以证明存在内皮功能障碍。其他病理生理机制包括平滑肌高反应性和自主神经功能障碍^[11]。吸烟、药物(舒马普坦、5-氟尿嘧啶)和精神活性物质(可卡因、大麻、酒精)的使用已被确定为 CAS 的危险因素。

2.2 冠状动脉斑块破坏 冠状动脉斑块破坏涵盖了斑块破裂、溃疡、糜烂和斑块内出血等现象,可以通过光学相干断层扫描(OCT)进行准确诊断^[12]。研究发现,在进行冠状动脉内成像的 MINOCA 患者中,38%~40%的患者存在斑块破坏的迹象,包括斑块破裂、侵蚀或钙化结节。这些斑块破坏可能会导致原位阻塞或引发 AMI。尽管这些斑块破坏可能由于内源性纤溶系统^[13]或 CAS 已恢复正常而无法在冠状动脉造影中被发现,但是通过 OCT、IVUS 及诸如浑浊或小的填充缺陷等血管造影的表现,仍能提示斑块破坏^[14]。

2.3 冠状动脉自发性血栓或栓塞 冠状动脉血栓形成可能由遗传性或获得性血栓形成倾向性疾病引发,如莱顿第五因子(factor V Leiden),蛋白 S 及 C 缺乏,或抗磷脂综合征^[11]。相比于 MI-CAD 患者,MINOCA 患者更可能出现高凝状态,而无典型心血管风险因素^[6]。冠状动脉栓塞(coronary artery embolism, CE)可能与血栓形成倾向疾病(尤其是怀孕)或其诱发因素(如心房颤动、人工心脏瓣膜、风湿性二尖瓣狭窄、感染性心内膜炎和心房黏液瘤)有关^[14],

需要评估是否存在潜在的高凝性疾病、心房颤动和异常动脉栓塞。其诊断通常通过冠状动脉造影及如 IVUS、OCT 等额外成像进行,以明确新发动脉或静脉血栓形成并伴有异常栓塞的根本原因。处理血栓的方式包括血栓切除术(抽吸或溶解)、球囊血管成形术、覆膜支架和冠状动脉内给予有效的抗血栓或溶栓治疗^[15]。长期管理通常采用全身抗凝治疗。

2.4 SCAD SCAD 是因壁内出血导致心外膜冠状动脉壁层突然分离,伴有或不伴有内膜撕裂^[16],并非由潜在的动脉粥样硬化、医源性原因或创伤引起。SCAD 在年轻女性中最常见,其发病机制与女性性激素有关^[17]。只有 8%~10%的 SCVD 患者是男性^[18]。对女性而言,激素替代疗法可能会增加患病风险^[17],特别是在妊娠期间,这也是妊娠期 MI 的重要原因之一^[19]。最近的系列研究表明,所有急性冠状动脉综合征(ACS)中 1%~4%可能是由 SCAD 引起的^[3,20],并且多数发生在年轻女性(< 50 岁)中。

2.5 CMD 研究提示,CMD 可能是引发 MINOCA 的原因之一。此疾病主要体现在稳定型心绞痛患者中,涵盖了微血管心绞痛和微血管痉挛等病理状况。与 MINOCA 的其他原因相比,CMD 在表现为 ACS 和 CAD 的患者中很常见^[21]。CMD 可以通过侵入性冠状动脉生理测试来确认^[21],治疗主要采用使用钙通道阻滞剂、 β 受体阻滞剂、硝酸酯类、雷诺嗪和氨茶碱^[14],具体使用哪种药物需要根据个体的耐受情况决定。性别差异方面,女性更容易出现 CMD,这可能与女性的心脏更小、体型更小、冠状动脉更曲折及冠状动脉管壁更薄有关。

2.6 供需不匹配 MI 的第四个通用定义^[3]将 II 型 MI 事件描绘为因缺血性失衡引发的事件。这类病理生理机制包含 CAS 和血栓形成,及其他引起供需不匹配的全身性疾病,如快速心律失常、贫血、低血压和缺氧^[22]。在稳定的 CAD 中,由于梗阻等级固定,通常不会引发 MI。但当血流需求增加时,这些梗阻可能导致灌注严重不足,从而触发 AMI^[23]。约 50%的 II 型 AMI 患者没有明显的 CAD^[24],可以被归类为 MINOCA。

3 临床特征

大量研究发现,女性 MINOCA 患者年龄通常较

大, 体质量指数(BMI)和峰值肌钙蛋白指数较低。与男性相比, 她们往往不吸烟, ST 段抬高型 MI (STEMI) 的发病率较低, 同时更容易出现高血压和糖尿病^[25]。一些研究显示男女患者的心脏病危险因素相似^[26], 然而更多研究证明女性 MINOCA 患者 STEMI 的发病率显著低于男性^[27]。有趣的是, MINOCA 患者的昼夜节律变化与 MICAD 患者观察到的情况相似, 如疾病发病风险在早晨和周一有所增加, 这表明应激相关的诱因在 MINOCA 和 MICAD 的病理生理学中扮演了一定的角色^[28]。另外, 在夏季和秋季, MINOCA 的发病率有小幅增加^[27], 但具体的相关机制还需要进行更多的研究来阐明。

4 诊断现状

MINOCA 的初步评估主要依赖于临床表现和冠状动脉造影结果, 以排除 II 型 MI 的全身性原因, 如脓毒症、肺栓塞、心脏挫伤及导致肌钙蛋白升高的其他非心脏原因等^[29]。如果明显的心肌损伤原因(包括与 COVID-19 疫苗接种相关的心肌炎)被迅速排除, MINOCA 患者需要进行进一步的全面诊断检查, 其中冠状动脉造影能够深入了解其病理机制^[4]。然而, 为了更深入地理解 MINOCA 的潜在病理生理学, 需要整合多模态研究的结果, 包括 OCT 用于研究斑块^[30], 侵入性功能评估用于全面了解心外膜和微血管冠脉循环。

4.1 无创影像评估 在对疑似 MINOCA 患者的评估中, 心脏磁共振成像(CMR)的价值日益凸显。作为一种无电离辐射的检查手段, 可全面评估心肌灌注、心室功能及心肌损伤可能的原因, 通过特定影像序列, 能清晰区分缺血性和非缺血性心肌损伤^[31-32]。研究显示, CMR 对初诊为 MINOCA 的患者具有高诊断准确性, 尤其是在发病 1 周内进行 CMR。然而, 早期扫描的可行性在多项研究中受限。冠状动脉计算机断层扫描血管造影(CCTA)作为替代方案进行了尝试, 但对 MINOCA 患者的应用效果未有充分证据^[33]。如今 CMR 被广泛应用于 MINOCA 的研究, 但确定潜在缺血原因仍需依赖其他方式, 如冠状动脉血管内成像和功能性冠脉造影等。

4.2 有创影像评估 近期研究显示, OCT 和 IVUS 作为冠状动脉内血管成像技术, 可评估冠状动脉病

变, 特别是在造影效果不佳的情况下^[34]。其优势在于能以高分辨率显示管腔和近表冠状动脉病变, 可检测多数 MINOCA 的病变, 如斑块破裂和其后遗症。HARP 观察性研究^[35]更进一步强调了 OCT 结合早期 CMR 在 MINOCA 诊断中的价值, 在诊断为 MINOCA 的女性中, 85% 的患者确定了潜在机制, 而接受 OCT 的患者仅为 46%, 接受 cMRI 的患者为 74%^[36]。使用 OCT 和 CMR 还可以提高检测斑块破裂和冠状动脉内血栓的可能性^[37]。

虽然 MINOCA 在女性中更常见, 但临床需要避免对基于性别的诊断策略进行过度简化。研究表明, 男性 SCAD 的诊断年龄往往较小^[18], 超过一半的患者在 CMR 后, 初始临床诊断可能会发生改变^[38]。因此, 所有 MINOCA 患者, 无论性别, 均应接受基于成像的评估。

5 治疗和管理

MINOCA 患者的治疗方案尚无统一共识, 目前对 MINOCA 的治疗主要基于病因处理和二级预防^[29]。虽然 ESC^[4]和 AHA^[3]的指南对治疗方案有所不同, 但研究数据支持, 使用心脏康复、血管紧张素转化酶抑制剂(ACEI)和血管紧张素受体阻断剂(ARB)可以获得长期收益。另一项 SWEDEHEART 注册的观察性队列研究数据显示, 传统的二级预防策略, 如应用他汀类药物和 ACEI 或 ARB, 对 MINOCA 患者可能有益^[39]。目前, 许多临床试验如 StratMed-MINOCA 试验和 PROMISE 试验^[40]正在进行中, 以评估对 MINOCA 病因治疗的效果和预防策略。

6 预后

关于 MINOCA 的预后, 研究显示存在性别和疾病差异。一些报告称预后性别间无显著差异^[41]。然后更多研究报告提示女性患者的预后较男性差, 可能与更年期雌激素缺乏、高凝状态和女性合并症管理不善等因素有关。2022 年一项关于 MINOCA 性别间差异的系统性回顾发现, 女性主要不良心血管事件(MACE)发生率上升, 尤以脑卒中为甚^[42]。在结局方面, 大量研究结果表明 MINOCA 和 MI-CAD 患者在短期和长期生存率、心源性死亡、非心源性死亡、心源性再入院和卒中情况等方面没有显著差异,

但 MINOCA 患者的再梗死情况偏多^[43]。虽然大部分研究结果显示 MINOCA 患者预后相对较好,但考虑到 MINOCA 患者更年轻,传统心血管危险因素更少,所以仍需关注其不良预后风险,并采取针对性的干预措施。

7 展望

尽管过去十年来关于 MINOCA 研究有了重要的进展,但由于疾病的病理生理机制的复杂性,仍然存在许多未知的领域。CMR、OCT 以及功能性冠状动脉造影等都是 MINOCA 的关键诊断工具。然而其他因素,特别是性别对 MINOCA 的发病影响还需要进一步研究。MINOCA 患者也可能面临高风险的心血管事件,因此需要谨慎治疗,而且其预后也与病因息息相关。今后应该进一步明确 MINOCA 的定义,同时开展更多关于 MINOCA 的多中心诊断和治疗方法的研究,以逐步改善患者的治疗指引和预后。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] PASUPATHY S, AIR T, DREYER R P, et al. Systematic review of patients presenting with suspected myocardial infarction and nonobstructive coronary arteries[J]. *Circulation*, 2015, 131(10): 861-870.
- [2] AGEWALL S, BELTRAME J F, REYNOLDS H R, et al. ESC working group position paper on myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries[J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(3): 143-153.
- [3] THYGESEN K, ALPERT J S, JAFFE A S, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018)[J]. *Circulation*, 2018, 138(20): e618-e651.
- [4] 张群英,黄茵,冯玉萍,等.喀什女性急性ST段抬高型心肌梗死临床及病变特征与风险预后因素[J]. *中华介入放射学电子杂志*, 2021,9(4):365-370.
- [5] PASUPATHY S, LINDAHL B, LITWIN P, et al. Survival in patients with suspected myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries: A comprehensive systematic review and meta-analysis from the MINOCA global collaboration[J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2021, 14(11): e007880.
- [6] SAFDAR B, SPATZ E S, DREYER R P, et al. Presentation, clinical profile, and prognosis of young patients with myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries (MINOCA): Results from the VIRGO study[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(13): e009174.
- [7] PATEL M R, CHEN A Y, PETERSON E D, et al. Prevalence, predictors, and outcomes of patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction and insignificant coronary artery disease: Results from the Can Rapid risk stratification of Unstable angina patients Suppress ADverse outcomes with Early implementation of the ACC/AHA Guidelines (CRUSADE) initiative[J]. *Am Heart J*, 2006, 152(4): 641-647.
- [8] BELTRAME J F, CREA F, KASKI J C, et al. The who, what, why, when, how and where of vasospastic angina[J]. *Circ J*, 2016, 80(2): 289-298.
- [9] SUEDA S, SAKAUE T. Coronary artery spasm-induced acute myocardial infarction in patients with myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries[J]. *Heart Vessels*, 2021, 36(12): 1804-1810.
- [10] HUBERT A, SEITZ A, PEREYRA V M, et al. Coronary artery spasm: The interplay between endothelial dysfunction and vascular smooth muscle cell hyperreactivity[J]. *Eur Cardiol*, 2020, 15: e12.
- [11] LANZA G A, PEDROTTI P, PASCERI V, et al. Autonomic changes associated with spontaneous coronary spasm in patients with variant angina[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1996, 28(5): 1249-1256.
- [12] ARAKI M, PARK S J, DAUERMAN H L, et al. Optical coherence tomography in coronary atherosclerosis assessment and intervention[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2022, 19(10): 684-703.
- [13] OKAFOR O N, GOROG D A. Endogenous fibrinolysis: An important mediator of Thrombus formation and cardiovascular risk[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(16): 1683-1699.
- [14] TAMIS-HOLLAND J E, JNEID H, REYNOLDS H R, et al. Contemporary diagnosis and management of patients with myocardial infarction in the absence of obstructive coronary artery disease: A scientific statement from the American heart association[J]. *Circulation*, 2019, 139(18): e891-e908.
- [15] CHEEMA A N, YANAGAWA B, VERMA S, et al. Myocardial infarction with nonobstructive coronary artery disease (MINOCA): A review of pathophysiology and management[J]. *Curr Opin Cardiol*, 2021, 36(5): 589-596.
- [16] KIME E. Spontaneous coronary-artery dissection[J]. *N Engl J Med*, 2020,383(24):2358-2370.
- [17] DI FUSCO S A, ROSSINI R, ZILIO F, et al. Spontaneous coronary artery dissection: Overview of pathophysiology[J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2022, 32(2): 92-100.
- [18] MCALISTER C, ALFADHEL M, SAMUEL R, et al. Differences in demographics and outcomes between men and women with spontaneous coronary artery dissection[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(20): 2052-2061.
- [19] PHAND, CLARE R, DUAN L, et al. Characteristics and outcomes of patients with spontaneous coronary artery dissection who suffered sudden cardiac arrest[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2021, 60(1): 77-83.
- [20] CHEN S, MERCHANT M, MAHRER K N, et al. Spontaneous coronary artery dissection: Clinical characteristics, management, and outcomes in a racially and ethnically diverse community-based cohort[J]. *Perm J*, 2019, 23: 18.278.
- [21] ONG P, CAMICI P G, BELTRAME J F, et al. International standardization of diagnostic criteria for microvascular angina[J]. *Int J Cardiol*, 2018, 250: 16-20.
- [22] GEIR S O, ASGRIMUR R, ANITA K, et al. Reference interval for the index of coronary microvascular resistance[J]. *EuroIntervention*, 2014, 9(9): 1069-1075.

- [23] HERLING DE OLIVEIRA L L, CORREIA V M, NICZ P F G, et al. MINOCA: One size fits all? probably not-a review of etiology, investigation, and treatment[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(19): 5497.
- [24] BERTIL L, TOMASZ B, MARIO A, et al. Myocardial infarction with non-obstructive coronary artery disease[J]. *EuroIntervention*, 2021, 17(11): e875-e887.
- [25] GAO S, MA W, HUANG S, et al. Sex-specific clinical characteristics and long-term outcomes in patients with myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 670401.
- [26] JUNG R G, PARLOW S, SIMARD T, et al. Clinical features, sex differences and outcomes of myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries: A registry analysis[J]. *Coron Artery Dis*, 2021, 32(1): 10-16.
- [27] MAHAJAN A M, GANDHI H, SMILOWITZ N R, et al. Seasonal and circadian patterns of myocardial infarction by coronary artery disease status and sex in the ACTION Registry-GWTG[J]. *Int J Cardiol*, 2019, 274: 16-20.
- [28] NORDENSKJÖLD A M, EGGERS K M, JERNBERG T, et al. Circadian onset and prognosis of myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA)[J]. *PLoS One*, 2019, 14(4): e0216073.
- [29] PARWANI P, KANG N, SAFAEIPOUR M, et al. Contemporary diagnosis and management of Patients with MINOCA[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2023, 25(6): 561-570.
- [30] BRYNIARSKI K, GASIOR P, LEGUTKO J, et al. OCT findings in MINOCA[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(13): 2759.
- [31] SÖRENSSON P, EKENBÄCK C, LUNDIN M, et al. Early comprehensive cardiovascular magnetic resonance imaging in patients with myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14(9): 1774-1783.
- [32] GERBAUD E, ARABUCKI F, NIVET H, et al. OCT and CMR for the diagnosis of patients presenting with MINOCA and suspected epicardial causes[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2020, 13(12): 2619-2631.
- [33] GUDENKAUF B, HAYS A G, TAMIS-HOLLAND J, et al. Role of multimodality imaging in the assessment of myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries: Beyond conventional coronary angiography[J]. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11(1): e022787.
- [34] COLLET J P, 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.
- [35] REYNOLDS H R, MAEHARA A, KWONG R Y, et al. Coronary optical coherence tomography and cardiac magnetic resonance imaging to determine underlying causes of myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries in women[J]. *Circulation*, 2021, 143(7): 624-640.
- [36] MACHANAHALLI BALAKRISHNA A, ISMAYL M, THANDRA A, et al. Diagnostic value of cardiac magnetic resonance imaging and intracoronary optical coherence tomography in patients with a working diagnosis of myocardial infarction with non-obstructive coronary Arteries-A systematic review and Meta-analysis[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2023, 48(6): 101126.
- [37] TAKAHASHI T, SAMUELS B A, LI W J, et al. Safety of provocative testing with intracoronary acetylcholine and implications for standard protocols[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(24): 2367-2378.
- [38] DASTIDAR A G, RODRIGUES J C L, JOHNSON T W, et al. Myocardial infarction with nonobstructed coronary arteries impact of CMR early after presentation[J]. *JACC Cardiovasc Imag*, 2017, 10(10): 1204-1206.
- [39] LA S, BELTRAME J, TAVELLAR. Sex-specific and ethnicity-specific differences in MINOCA[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2024, 21: 192-202.
- [40] MONTONE R A, COSENTINO N, GRAZIANI F, et al. Precision medicine versus standard of care for patients with myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA): Rationale and design of the multicentre, randomised PROMISE trial[J]. *EuroIntervention*, 2022, 18(11): e933-e939.
- [41] WILLIAMS M G L, DASTIDAR A, LIANG K T, et al. Sex differences in patients with acute coronary syndromes and non-obstructive coronary arteries: Presentation and outcome[J]. *Int J Cardiol*, 2023, 372: 15-22.
- [42] CHAUDHARY R, BASHLINE M, NOVELLI E M, et al. Sex-related differences in clinical outcomes among patients with myocardial infarction with nonobstructive coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Cardiol*, 2022, 369: 1-4.
- [43] KANG W, JEONG M H, AHN Y K, et al. Are patients with angiographically near-normal coronary arteries who present as acute myocardial infarction actually safe?[J]. *Int J Cardiol*, 2011, 146(2): 207-212.

收稿日期:2024-03-24

(本文编辑:吴迪汉)