

SPECT 心肌灌注显像对缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病的诊断及预后意义

宋许鸿¹ 俞雯吉¹ 苏兴洲¹ 王建锋¹ 刘保¹ 杨晓宇² 陈勇峻² 王跃涛¹

¹苏州大学附属第三医院、常州市第一人民医院核医学科,苏州大学核医学与分子影像临床转化研究所,常州 213003;²苏州大学附属第三医院、常州市第一人民医院心血管内科,常州 213003

通信作者:王跃涛, Email: yuetao-w@163.com

【摘要】 目的 探讨 SPECT 心肌灌注显像(MPI)对缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病(INOCA)的诊断及预后意义。方法 该回顾性队列研究纳入 2018 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日期间于苏州大学附属第三医院行 SPECT MPI 且 3 个月内行冠状动脉造影(CAG)或冠状动脉 CT 血管成像(CCTA)未见阻塞性冠状动脉狭窄(心外膜血管狭窄<50%)的 129 例可疑冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)患者[男 75 例,女 54 例,年龄(57.7±11.2)岁]。根据 MPI 结果,将患者分为 INOCA 组和无心肌缺血组,收集 2 组患者的基线临床资料及随访结果[以主要不良心血管事件(MACE)作为终点事件]并比较,采用 χ^2 检验进行组间比较,行 logistic 回归分析 INOCA 相关影响因素,采用 Kaplan-Meier 生存曲线(log-rank 检验)比较 2 组生存差异,行 Cox 回归分析无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生 MACE 的独立影响因素。结果 129 例患者中,45 例经 MPI 诊断为 INOCA (34.9%),84 例无心肌缺血。INOCA 组高血压患者比例高于无心肌缺血组[62.2% (28/45)与 41.7% (35/84); $\chi^2=4.96, P=0.026$],高脂血症患者比例亦高于无心肌缺血组[42.2% (19/45)与 23.8% (20/84); $\chi^2=4.71, P=0.030$]。Logistic 回归分析结果显示,高血压[比值比(OR)=2.54,95% CI:1.15~5.59, $P=0.021$]、高脂血症(OR=2.33,95% CI:1.02~5.30, $P=0.044$)是发生 INOCA 的独立影响因素。中位随访 38 个月,Kaplan-Meier 生存分析显示,INOCA 组 MACE 发生率明显高于无心肌缺血组[17.8% (8/45)与 9.5% (8/84); $\chi^2=5.66, P=0.017$]。Cox 回归分析结果显示,心肌缺血是无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生 MACE 的独立影响因素[风险比(HR)=3.75,95% CI:1.25~11.23, $P=0.018$]。结论 在无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者中,SPECT MPI 对 INOCA 有较高的诊断价值。高血压和高脂血症是发生 INOCA 的独立影响因素。INOCA 患者较无心肌缺血者预后差。

【关键词】 冠状动脉疾病;心绞痛;心肌缺血;心肌灌注显像;体层摄影术,发射型计算机,单光子;体层摄影术,X 线计算机;99m 锝甲氧基异丁基异腓

基金项目: 国家自然科学基金(82272031, U22A6008);常州市临床医学中心(核医学)(CZZX202204);苏州大学临床医学科技高端平台和转化基地建设项目(特色学科)——核医学;常州市“十四五”卫生健康高层次人才培养工程——卓越人才(2022-260)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20250123-00020

Diagnostic and prognostic significance of SPECT myocardial perfusion imaging in ischemia with non-obstructive coronary artery disease

Song Xuhong¹, Yu Wenji¹, Su Xingzhou¹, Wang Jianfeng¹, Liu Bao¹, Yang Xiaoyu², Chen Yongjun², Wang Yuetao¹

¹Department of Nuclear Medicine, the Third Affiliated Hospital of Soochow University, the First People's Hospital of Changzhou; Institute of Clinical Translation of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, Soochow University, Changzhou 213003, China; ²Department of Cardiology, the Third Affiliated Hospital of Soochow University, the First People's Hospital of Changzhou, Changzhou 213003, China

Corresponding author: Wang Yuetao, Email: yuetao-w@163.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the diagnostic and prognostic significance of SPECT myocardial perfusion imaging (MPI) in patients with ischemia and non-obstructive coronary artery disease (INOCA). **Methods** This retrospective cohort study included patients ($n=129$; 75 males and 54 females, age (57.7±11.2) years) with suspected coronary artery disease who underwent SPECT MPI between January 1, 2018 and December 31, 2022 at the Third Affiliated Hospital of Soochow University, and demonstrated non-obstruc-

tive coronary stenosis (epicardial stenosis <50%) on coronary angiography (CAG) or coronary CT angiography (CCTA) within 3 months. Based on MPI results, patients were divided into INOCA and non-ischemic groups. Baseline clinical data and follow-up outcomes were collected and compared between two groups, with major adverse cardiovascular events (MACE) as the endpoint. Intergroup comparisons were performed using χ^2 test. Logistic regression analysis was employed to identify factors associated with INOCA. Survival differences between groups were compared using Kaplan-Meier survival curves (log-rank test), and Cox regression analysis was used to determine independent influencing factors for MACE in patients with suspected coronary artery disease and non-obstructive coronary stenosis. **Results** Among 129 patients, 45 (34.9%, 45/129) were diagnosed with INOCA by MPI, while 84 had no myocardial ischemia. The INOCA group exhibited significantly higher proportions of hypertensive patients than the non-ischemic group (62.2% (28/45) vs 41.7% (35/84); $\chi^2=4.96$, $P=0.026$) and as well as proportions of hyperlipidemic patients (42.2% (19/45) vs 23.8% (20/84); $\chi^2=4.71$, $P=0.030$). Logistic regression analysis revealed that hypertension (odds ratio (OR)=2.54, 95% CI: 1.15–5.59, $P=0.021$) and hyperlipidemia (OR=2.33, 95% CI: 1.02–5.30, $P=0.044$) were independent factors associated with INOCA. The median follow-up period was 38 months. Kaplan-Meier survival analysis demonstrated a significantly higher incidence of MACE in the INOCA group (17.8% (8/45) vs 9.5% (8/84); $\chi^2=5.66$, $P=0.017$). Cox regression analysis indicated that myocardial ischemia was an independent influencing factor for MACE in patients with suspected coronary artery disease and non-obstructive coronary stenosis (hazard ratio (HR)=3.75, 95% CI: 1.25–11.23, $P=0.018$). **Conclusions** Among suspected coronary artery disease patients with non-obstructive coronary stenosis, SPECT MPI demonstrates high diagnostic value for INOCA. Hypertension and hyperlipidemia are independent factors associated with INOCA. Patients with INOCA have a worse prognosis compared with those without myocardial ischemia.

【Key words】 Coronary artery disease; Angina pectoris; Myocardial ischemia; Myocardial perfusion imaging; Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed; Technetium Tc 99m sestamibi

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82272031, U22A6008); Changzhou Clinical Medical Center (Nuclear Medicine) (CZZX202204); Clinical Medical Science and Technology High-end Platform and Transformation Base Construction Project of Soochow University (Characteristic Discipline)—Nuclear Medicine; Outstanding Talent of Changzhou "The 14th Five-Year Plan" High-Level Health Talents Training Project (2022-260)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20250123-00020

《缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病诊断及管理中
国专家共识》提出,将具有缺血性胸痛症状和心肌
缺血客观证据,但冠状动脉造影(coronary angiogra-
phy, CAG)或冠状动脉 CT 血管成像(coronary CT
angiography, CCTA)未发现阻塞性冠状动脉狭窄
(心外膜血管狭窄<50%)的疾病定义为缺血伴非阻
塞性冠状动脉疾病(ischemia with non-obstructive
coronary artery disease, INOCA)^[1]。INOCA 患病率
高、预后不良,患者就诊频繁,生活质量下降^[2],但
INOCA 的误漏诊率高达 77.8%^[3]。基于 PET 的心
肌血流量(myocardial blood flow, MBF)及冠状动脉
血流储备(coronary flow reserve, CFR)或心肌血流
储备(myocardial flow reserve, MFR)对 INOCA 的诊
断具有重要价值,但由于设备少、技术要求高及费用
昂贵等原因,在国内尚未普及。核素心肌灌注显像
(myocardial perfusion imaging, MPI)是诊断心肌缺
血准确且循证医学证据充分的无创功能影像学方
法,但 SPECT MPI 在 INOCA 中的临床应用研究较少,
价值尚不明确。本研究旨在探讨 MPI 诊断 INOCA 患
者的价值及预后意义,以期对无阻塞性冠状动脉狭
窄的可疑冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)
患者的诊断及危险分层提供依据。

资料与方法

1. 研究对象。本研究为回顾性队列研究,纳入
2018 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日期间于苏州
大学附属第三医院行负荷/静息 MPI 且 3 个月内行
CAG 或 CCTA 的可疑冠心病患者。排除标准:(1)
既往行冠状动脉支架植入术、冠状动脉旁路移植术;
(2)存在急性冠脉综合征或心肌梗死病史;(3) MPI
检查前后 3 个月内未行 CAG 或 CCTA;(4) CAG 或
CCTA 示冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$;(5)临床资料不完整。
最终纳入无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患
者 129 例,男 75 例、女 54 例,年龄(57.7 \pm 11.2)岁。

收集患者一般临床资料,包括心血管病危险因
素、心绞痛症状、CAG 或 CCTA 检查结果、MPI 结果。
其中,心血管病危险因素包括年龄(男性 ≥ 45 岁,女
性 ≥ 55 岁)、性别、体质指数(body mass index, BMI)、
高血压、糖尿病、高脂血症、吸烟史、饮酒史^[4]。本
研究经苏州大学附属第三医院伦理委员会批准
[(2025)教第 007 号]。

2. SPECT MPI 图像采集及处理。参照文献
[5],患者均行两日法静息+运动或药物负荷试验
MPI。采用德国 Siemens Symbia T16 型双探头

SPECT/CT 仪, ^{99m}Tc -甲氧基异丁基异腈(methoxyisobutylisonitrile, MIBI)由上海欣科医药有限公司提供,纯化纯>95%,注射剂量 740~925 MBq。采用平行孔低能高分辨准直器,双探头呈 90°夹角,180°采集(从右前斜 45°到左后斜 45°),每帧 6°,每帧采集 35 s,矩阵 128×128,放大倍数 1.45,能峰 140 keV,窗宽 20%。采用三维 Flash 迭代法(迭代次数 16,子集数 2)重建,得到左心室心肌短轴、垂直长轴及水平长轴图像^[6]。

3. MPI 图像分析。重建后的负荷/静息 MPI 图像由 2 名经验丰富的核医学科医师盲法独立分析,意见不一致时引入第 3 位高年资医师讨论后确定诊断。使用美国心脏协会推荐方法,将左心室心肌分为 17 节段,采用 5 分法评估标准(0=显像剂摄取正常;1=显像剂摄取轻度减低;2=显像剂摄取中度减低;3=显像剂摄取重度减低;4=显像剂摄取缺失),通过视觉法评估重建后 MPI 每个心肌节段的灌注评分。分别将负荷和静息 MPI 时出现异常的心肌节段评分相加,得到负荷总评分(summed stress score, SSS)和静息总评分(summed rest score, SRS),两者相减即总评分差值(summed difference score, SDS)。将可逆性灌注缺损(即 SDS≥2 分)定义为心肌缺血^[7]。

4. CAG 及 CCTA。经桡动脉入路穿刺行常规 Judkins 法选择性 CAG。采用 256 排 CT(Revolution CT,美国 GE)进行 CCTA 检查。将 CAG 或 CCTA 所示心外膜冠状动脉狭窄<50%定义为无阻塞性冠状动脉狭窄^[1]。其中,将无冠状动脉狭窄定义为无冠状动脉粥样硬化,将冠状动脉狭窄(1%~49%)定义为存在冠状动脉粥样硬化^[8]。

5. INOCA 诊断。诊断 INOCA 需同时满足 3 个条件:(1)有典型或不典型心绞痛症状;(2)MPI 诊断为心肌缺血;(3)CAG 或 CCTA 示无阻塞性冠状动脉狭窄^[1]。据此将 129 例无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者分为 INOCA 组和无心肌缺血组。

6. 随访。自完成 MPI 检查开始随访,截至 2024 年 2 月 29 日。以主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)为终点事件,包括全因死亡、非致死性心肌梗死、心力衰竭、3 个月后行血运重建、心绞痛再入院和非致死性卒中。采用电话随访和(或)查阅病历系统收集随访信息。

7. 统计学处理。采用 R 4.4.0(<http://www.R-project.org>)行统计分析。符合正态分布的定量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用两独立样本 t 检验进行组间比较;不符合正态分布的定量资料采用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,采用 Mann-Whitney U 检验进行比较;定性资料

以频数(%)表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行组间比较。采用单因素及多因素 logistic 回归分析探讨发生 INOCA 的影响因素(将单因素分析中 $P<0.2$ 的变量纳入多因素 logistic 回归)。采用 Kaplan-Meier 绘制生存曲线比较 INOCA 组及无心肌缺血组患者的生存差异,并行 log-rank 检验。采用单因素及多因素 Cox 回归分析无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生 MACE 的独立危险因素(多因素 Cox 回归中同样纳入单因素分析 $P<0.2$ 的变量)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义(双侧检验)。

结 果

1. 一般资料。在 129 例无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者中,45 例(34.9%)MPI 诊断为心肌缺血,结合 CAG 或 CCTA 诊断为 INOCA;余 84 例(65.1%)未见心肌缺血。INOCA 组高血压患者比例[62.2%(28/45)与 41.7%(35/84); $\chi^2=4.96, P=0.026$]、高脂血症患者比例[42.2%(19/45)与 23.8%(20/84); $\chi^2=4.71, P=0.030$]均高于无心肌缺血组。相较于无心肌缺血组,INOCA 组患者年龄较小,女性、有典型心绞痛症状及糖尿病患者的比例较多,BMI 较高,而吸烟、饮酒及存在冠状动脉粥样硬化患者的比例较少,但上述差异均无统计学意义($t=-0.97, \chi^2$ 值:0.03~2.43,均 $P>0.05$;表 1)。典型病例见图 1。

2. INOCA 相关影响因素分析(表 2)。将单因素 logistic 分析中 $P<0.2$ 的心血管病危险因素纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示高血压[比值比(odds ratio, OR)=2.54,95% CI:1.15~5.59, $P=0.021$]、高脂血症(OR=2.33,95% CI:1.02~5.30, $P=0.044$)是 INOCA 的独立影响因素。

3. 随访结果。随访 38(27,54)个月,共 16 例患者发生 MACE。INOCA 组发生 8 例,分别为心绞痛再入院 5 例、脑卒中 2 例、死亡 1 例。无心肌缺血组发生 8 例 MACE,分别为心绞痛再入院 5 例、脑卒中 3 例。Kaplan-Meier 生存分析显示,INOCA 组 MACE 发生率明显高于无心肌缺血组[17.8%(8/45)与 9.5%(8/84); $\chi^2=5.66, P=0.017$]。

4. MACE 的影响因素分析结果(表 3)。将单因素 Cox 分析中 $P<0.2$ 的变量纳入多因素 Cox 分析,结果显示心肌缺血为无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生 MACE 的独立危险因素[风险比(hazard ratio, HR)=3.75,95% CI:1.25~11.23, $P=0.018$]。

讨 论

心绞痛是冠心病最常见的症状,高达 70%存在

表 1 INOCA 组与无心肌缺血组患者的一般资料比较

组别	例数	年龄[男≥45岁/ 女≥55岁;例(%)]	女性 [例(%)]	典型心绞痛症状 [例(%)]	体质指数 (kg/m ² ; $\bar{x}\pm s$)	有高血压 [例(%)]
无心肌缺血组	84	70(83.3%)	31(36.9%)	11(13.1%)	24.4±3.4	35(41.7%)
INOCA 组	45	33(73.3%)	23(51.1%)	8(17.8%)	25.1±4.4	28(62.2%)
检验值		1.82	2.43	0.51	-0.97 ^a	4.96
P 值		0.177	0.119	0.474	0.333	0.026

组别	有糖尿病 [例(%)]	有高脂血症 [例(%)]	吸烟史 [例(%)]	饮酒史 [例(%)]	有冠状动脉粥样硬化 [例(%)]	总评分差值 [分;M(Q ₁ ,Q ₃)]
无心肌缺血组	11(13.1%)	20(23.8%)	33(39.3%)	21(25.0%)	53(63.1%)	0(0,1)
INOCA 组	8(17.8%)	19(42.2%)	17(37.8%)	10(22.2%)	27(60.0%)	2(2,2)
检验值	0.51	4.71	0.03	0.12	0.12	-9.83 ^b
P 值	0.474	0.030	0.867	0.725	0.730	<0.001

注:INOCA 为缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病;^a为 *t* 值,^b为 *Z* 值,余检验值为 χ^2 值

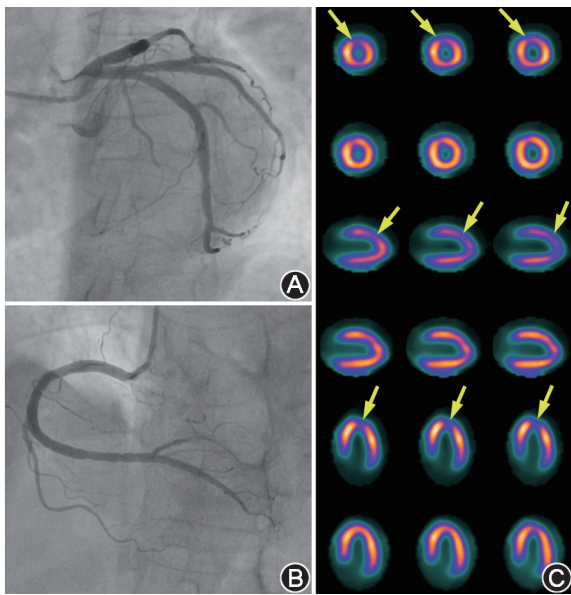


图 1 缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病(INOCA)患者(女,62岁)影像学检查图 患者因胸闷胸痛 1 个月入院,高血压病程 20 余年,无糖尿病及高脂血症,体质指数(BMI):25.2 kg/m²。A,B.冠状动脉造影图显示无阻塞性冠状动脉狭窄;C.心肌灌注显像(MPI)图显示左心室前壁近心尖、心尖部可逆性心肌缺血表现(箭头示)(第 1,3,5 排为负荷左心室心肌短轴、垂直长轴、水平长轴图像,第 2,4,6 排为静息左心室心肌短轴、垂直长轴、水平长轴图像)。随访 16 个月后患者再发胸痛入院

心肌缺血的心绞痛患者在 CAG 时未发现阻塞性冠状动脉病变^[2]。临床上将该类具有缺血性胸痛症状和心肌缺血客观证据,但 CAG 或 CCTA 未发现阻塞性冠状动脉狭窄的疾病称之为 INOCA。心肌缺血的客观证据是诊断 INOCA 的重要条件之一^[1],而 MPI 是诊断心肌缺血准确且循证医学证据充分的无创功能影像学方法。国外研究发现,在 CAG 未见阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者中,30.5%的患者经 SPECT MPI 诊断为心肌缺血^[9]。本研究中,

SPECT MPI 对 INOCA 检出率为 34.9%(45/129),与国外研究结果相近。在评估 INOCA 心肌缺血的无创功能影像方法中,基于 PET 的 CFR 是诊断冠状动脉微血管功能障碍(coronary microvascular dysfunction, CMD)的“金标准”,而 CMD 是 INOCA 的重要表型及致病机制。有研究发现,以 PET CFR<2.0 作为诊断 CMD 的标准,CMD 在无阻塞性冠状动脉狭窄且常规 MPI 正常的可疑冠心病患者中比例高,女性、男性患者中分别高达 54%和 51%^[10]。SPECT MPI 反映显像剂在心肌中的相对分布,加之 SPECT 空间分辨率有限,CMD 所致的心肌缺血在 MPI 上可表现为灌注正常^[11]。因此,本研究无心肌缺血组中可能存在一部分未被检出的 INOCA 患者。尽管如此,SPECT MPI 作为诊断心肌缺血最常用的无创技术,普及率高且具有较好的卫生经济学效益,其在 INOCA 的诊断中仍有较高的临床应用价值。

有研究显示,高血压、高脂血症、糖尿病、吸烟均可导致 CMD^[12],进而引起心肌缺血相关临床表现。本研究发现,INOCA 患者中高血压、高脂血症比例明显高于无心肌缺血组,logistic 回归分析表明高血压和高脂血症是 INOCA 的独立影响因素。高血压可引起不同程度的血管内膜和中膜增厚、血管周围纤维化、壁内小动脉重构和狭窄、毛细血管床稀疏,进而导致冠状动脉微循环阻力增加^[13]。高脂血症可能与血管舒张介质生成减少或作用减弱所致的微血管舒张功能障碍有关^[14]。因此,有效控制高血压和高脂血症对 INOCA 的防治具有重要意义。既往研究表明,INOCA 患者以女性居多^[15]。本研究中,INOCA 组女性患者比例亦高于无心肌缺血组(51.1%与 36.9%),但差异无统计学意义,这可能与本研究样本量偏小有关。

表 2 129 例无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生 INOCA 的单因素及多因素 logistic 回归分析

变量	单因素分析		多因素分析	
	OR(95% CI)	P 值	OR(95% CI)	P 值
年龄(男<45岁/女<55岁=0;男≥45岁/女≥55岁=1)	0.55(0.23~1.32)	0.181	0.43(0.16~1.12)	0.085
性别(男=0;女=1)	1.79(0.86~3.72)	0.121	1.42(0.65~3.11)	0.375
体质指数(kg/m ²)	1.05(0.95~1.16)	0.331	-	-
高血压(无=0;有=1)	2.31(1.10~4.85)	0.027	2.54(1.15~5.59)	0.021
糖尿病(无=0;有=1)	1.43(0.53~3.87)	0.476	-	-
高脂血症(无=0;有=1)	2.34(1.08~5.08)	0.032	2.33(1.02~5.30)	0.044
吸烟史(无=0;有=1)	0.94(0.45~1.98)	0.867	-	-
饮酒史(无=0;有=1)	0.86(0.36~2.02)	0.725	-	-

注:冠心病为冠状动脉粥样硬化心脏病的简称;INOCA 为缺血性非阻塞性冠状动脉疾病,OR 为比值比;-为无意义

表 3 129 例无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生主要心脏不良事件的单因素及多因素 Cox 回归分析

变量	单因素分析		多因素分析	
	HR(95% CI)	P 值	HR(95% CI)	P 值
心肌缺血(无=0;有=1)	3.23(1.17~8.96)	0.024	3.75(1.25~11.23)	0.018
年龄(男<45岁/女<55岁=0;男≥45岁/女≥55岁=1)	1.48(0.34~6.55)	0.602	-	-
性别(男=0;女=1)	0.53(0.17~1.65)	0.275	-	-
典型心绞痛症状(无=0;有=1)	1.87(0.52~6.69)	0.335	-	-
体质指数(kg/m ²)	0.95(0.82~1.10)	0.475	-	-
高血压(无=0;有=1)	1.91(0.69~5.25)	0.212	-	-
糖尿病(无=0;有=1)	1.44(0.41~5.06)	0.571	-	-
高脂血症(无=0;有=1)	1.36(0.47~3.95)	0.571	-	-
吸烟史(无=0;有=1)	2.83(1.03~7.80)	0.044	3.00(0.92~9.76)	0.068
饮酒史(无=0;有=1)	2.46(0.88~6.83)	0.085	1.60(0.49~5.19)	0.438
冠状动脉粥样硬化(无=0;有=1)	2.32(0.74~7.25)	0.149	2.12(0.55~8.13)	0.272
药物治疗				
硝酸酯类药物(无=0;有=1)	1.03(0.29~3.65)	0.960	-	-
β受体阻滞剂(无=0;有=1)	2.23(0.83~6.00)	0.111	1.44(0.48~4.38)	0.516
钙通道阻滞剂(无=0;有=1)	1.46(0.54~3.93)	0.450	-	-
曲美他嗪(无=0;有=1)	1.03(0.33~3.21)	0.958	-	-
ACEI/ARB(无=0;有=1)	1.06(0.34~3.31)	0.915	-	-
抗血小板药物(无=0;有=1)	2.05(0.58~7.24)	0.265	-	-
他汀类药物(无=0;有=1)	2.52(0.71~8.93)	0.151	1.24(0.26~5.84)	0.789

注:ACEI 为血管紧张素转换酶抑制剂,ARB 为血管紧张素受体拮抗剂,HR 为风险比;-为无意义

本研究 129 例患者中,16 例发生 MACE,以心绞痛再入院为主(10 例)。心绞痛反复发作会导致患者多次住院和不必要地重复 CAG,使患者生活质量受损、医疗成本增加。既往对 11 223 例心绞痛患者和 5 695 例无症状患者中位随访 7.8 年的研究显示^[16],无阻塞性冠状动脉狭窄的心绞痛患者的心血管病住院率、平均累计住院时间明显高于无症状者,且 1 年后疾病负担与阻塞性冠状动脉狭窄患者相近,表明这一群体需要精准的危险分层和治疗。本研究发现,INOCA 组 MACE 发生率明显高于无心肌缺血组,心肌缺血是无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者发生 MACE 的独立危险因素,其风险是无心肌缺血者的 3.75 倍,与国外研究结果相近^[9]。因此,及时诊断 INOCA 患者并采取积极有效的治疗,

对改善其生活质量、减轻疾病负担具有重要意义。

本研究存在一定局限性。(1)作为单中心回顾性研究,样本量偏少,可能对影响因素的分析产生偏倚,研究结论需开展更大样本量及多中心研究进一步验证。(2)仅采用常规 MPI 诊断心肌缺血,未定量评估冠状动脉微血管功能,可能导致 INOCA 检出率被低估。

综上,在无阻塞性冠状动脉狭窄的可疑冠心病患者中,SPECT MPI 对 INOCA 的诊断有较高价值;高血压和高脂血症是 INOCA 的独立影响因素;INOCA 患者的预后较无心肌缺血者更差。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 宋许鸿:研究实施、文章撰写、数据采集和分析;俞雯吉:数据分析、文章审阅;苏兴洲:数据采集;王建锋、刘保:文章审阅;杨晓宇、陈勇峻:数据分析;王跃涛:研究设计、研究指导、文章审阅

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. 缺血性非阻塞性冠状动脉疾病诊断及治疗中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2022, 50(12): 1148-1160. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20220908-00682. Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association, Editorial Board of Chinese Journal of Cardiology. Chinese expert consensus on diagnosis and management on patients with ischemia and non-obstructive coronary artery disease[J]. Chin J Cardiol, 2022, 50(12): 1148-1160. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20220908-00682.
- [2] Kunadian V, Chieffo A, Camici PG, et al. An EAPCI expert consensus document on ischaemia with non-obstructive coronary arteries in collaboration with European Society of Cardiology Working Group on Coronary Pathophysiology & Microcirculation endorsed by Coronary Vasomotor Disorders International Study Group[J]. Eur Heart J, 2020, 41(37): 3504-3520. DOI:10.1093/eurheartj/ehaa503.
- [3] Gulati M, Khan N, George M, et al. Ischemia with no obstructive coronary artery disease (INOCA): a patient self-report quality of life survey from INOCA international[J]. Int J Cardiol, 2023, 371: 28-39. DOI:10.1016/j.ijcard.2022.09.047.
- [4] 中华医学会心血管病学分会, 中国康复医学会心脏预防与康复专业委员会, 中国老年学和老年医学学会心脏专业委员会, 等. 中国心血管病一级预防指南基层版[J]. 中华心血管病杂志, 2023, 51(4): 343-363. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20230106-00014. Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association, Cardiovascular Disease Prevention and Rehabilitation Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine, Cardiovascular Disease Committee of Chinese Association of Gerontology and Geriatrics, et al. Chinese guideline on the primary prevention of cardiovascular diseases in primary health care[J]. Chin J Cardiol, 2023, 51(4): 343-363. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20230106-00014.
- [5] 中华医学会核医学分会《SPECT 心肌灌注显像技术与图像操作要点专家共识(2019 版)》编写委员会, 中华医学核医学分会“基于中国正常人群的心肌灌注 SPECT 定量分析多中心研究”项目组. SPECT 心肌灌注显像技术与图像处理要点专家共识(2019 版)[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40(1): 32-36. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2020.01.007. Writing Committee of Chinese Society of Nuclear Medicine for the 2019 Expert Consensus for Key Points of Technique and Image Process during SPECT Myocardial Perfusion Imaging, Chinese Society of Nuclear Medicine Expert Group of Multi-center Study on Quantitative Analysis of SPECT Myocardial Perfusion Imaging in Normal Chinese Population. 2019 Expert consensus for key points of technique and image process during SPECT myocardial perfusion imaging[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 40(1): 32-36. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2020.01.007.
- [6] 杨志敏, 杨晓宇, 王跃涛, 等. 基于核素心肌灌注显像评估冠心病 PCI 术后早期残留心肌缺血及其影响因素[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(9): 539-544. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230928-00066. Yang ZM, Yang XY, Wang YT, et al. Evaluation and influencing factors of early residual myocardial ischemia on myocardial perfusion imaging after percutaneous coronary intervention for coronary artery disease[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(9): 539-544. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230928-00066.
- [7] Xu Y, Fish M, Gerlach J, et al. Combined quantitative analysis of attenuation corrected and non-corrected myocardial perfusion SPECT: method development and clinical validation[J]. J Nucl Cardiol, 2010, 17(4): 591-599. DOI:10.1007/s12350-010-9220-8.
- [8] Chow BJW, Small G, Yam Y, et al. Prognostic and therapeutic implications of statin and aspirin therapy in individuals with nonobstructive coronary artery disease: results from the CONFIRM (CORONARY CT ANGIOGRAPHY EVALUATION FOR CLINICAL OUTCOMES; AN INTERNATIONAL MULTICENTER REGISTRY) registry[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2015, 35(4): 981-989. DOI:10.1161/ATVBAHA.114.304351.
- [9] Mohammed AA, Zhang H, Abdu FA, et al. Effect of nonobstructive coronary stenosis on coronary microvascular dysfunction and long-term outcomes in patients with INOCA[J]. Clin Cardiol, 2023, 46(2): 204-213. DOI:10.1002/clc.23962.
- [10] Murthy VL, Naya M, Taqueti VR, et al. Effects of sex on coronary microvascular dysfunction and cardiac outcomes[J]. Circulation, 2014, 129(24): 2518-2527. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008507.
- [11] Schindler TH, Dilsizian V. Coronary microvascular dysfunction: clinical considerations and noninvasive diagnosis[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2020, 13(1 Pt 1): 140-155. DOI:10.1016/j.jcmg.2018.11.036.
- [12] 张涵, 樊鑫, 黄艳, 等. 缺血性非阻塞性冠状动脉疾病患者合并冠状动脉微血管功能障碍的危险因素探讨[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2023, 43(3): 139-143. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220907-00283. Zhang H, Fan X, Huang Y, et al. Exploring risk factors for combined coronary microvascular dysfunction in patients with ischemia and non-obstructive coronary artery disease[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(3): 139-143. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220907-00283.
- [13] Camici PG, Tschöpe C, Di Carli MF, et al. Coronary microvascular dysfunction in hypertrophy and heart failure[J]. Cardiovasc Res, 2020, 116(4): 806-816. DOI:10.1093/cvr/cvaa023.
- [14] 中华医学会心血管病学分会. 冠状动脉微血管疾病诊断和治疗中国专家共识(2023 版)[J]. 中华心血管病杂志, 2024, 52(5): 460-492. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20231222-00521. Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on the diagnosis and treatment of coronary microvascular diseases (2023 Edition)[J]. Chin J Cardiol, 2024, 52(5): 460-492. DOI:10.3760/cma.j.cn112148-20231222-00521.
- [15] Reynolds HR, Picard MH, Spertus JA, et al. Natural history of patients with ischemia and no obstructive coronary artery disease: the CIAO-ISCHEMIA study[J]. Circulation, 2021, 144(13): 1008-1023. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046791.
- [16] Jespersen L, Abildstrom SZ, Hvelplund A, et al. Burden of hospital admission and repeat angiography in angina pectoris patients with and without coronary artery disease: a registry-based cohort study[J]. PLoS One, 2014, 9(4): e93170. DOI:10.1371/journal.pone.0093170.

(收稿日期:2025-01-23)