

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.04.017

便携式 12 导联心电图机在基层中医院 急性心肌梗死早期筛查中的应用

李 娜, 吴二涛, 王淙溪, 郑玉岩*
(郑州市管城中医院 内科, 河南郑州 450000)

【摘要】目的 评价便携式 12 导联心电图机在基层中医院急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)早期筛查中的诊断效能与临床价值。**方法** 选取 2023 年 1 月至 2025 年 12 月郑州市管城中医院内科收治的 108 例疑似急性胸痛患者为研究对象,所有患者均同步接受便携式 12 导联心电图机与常规心电图机检查,比较两种设备的诊断效能指标,包括敏感度、特异度、阳性预测值(positive predictive value, PPV)、阴性预测值(negative predictive value, NPV)和准确率。同时分析“心电一张网”实施前后各阶段时间延误的变化。**结果** 便携式 12 导联心电图机诊断 AMI 的敏感度为 90.4% (47/52)、特异度为 93.6% (44/47)、PPV 为 94.0% (47/50)、NPV 为 89.8% (44/49)、准确率为 84.3% (91/108)。常规心电图机对应指标分别为敏感度 92.3% (48/52)、特异度 93.8% (45/48)、PPV 94.1% (48/51)、NPV 91.8% (45/49)、准确率为 86.1% (93/108)。“心电一张网”实施后,患者从首次医疗接触(first medical contact, FMC)到确诊转诊的总延误时间由实施前的(150.0±25.3)min 缩短至(28.0±8.6)min($P<0.01$)。**结论** 便携式 12 导联心电图机在基层中医院 AMI 早期筛查中具有良好的诊断效能,其诊断准确性与本院常规心电图机相当,结合“心电一张网”可实现远程实时诊断,显著缩短救治时间延误,适合在基层医疗机构推广应用。

【关键词】 便携式 12 导联心电图机; 急性心肌梗死; 早期筛查; 基层中医院

【中图分类号】 R540.4

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2026) 04-0084-04

The application of portable 12-lead electrocardiograph in early screening of acute myocardial infarction in primary Chinese medicine hospitals

LI Na, WU Ertao, WANG Congxi, ZHENG Yuyan*

(Department of Internal Medicine, Zhengzhou Guancheng Hospital of TCM, Zhengzhou 450000, Henan, China)

【Abstract】Objective To evaluate the diagnostic efficacy and clinical value of portable 12-lead electrocardiograph in early screening of acute myocardial infarction (AMI) in primary Chinese medicine hospitals. **Methods** A total of 108 patients with suspected acute chest pain who were admitted to the Department of Internal Medicine of Zhengzhou Guancheng Hospital of TCM from January 2023 to December 2025 were selected as the research subjects. All patients were simultaneously examined by portable 12-lead electrocardiograph and the hospital's routine electrocardiograph. The clinical final diagnosis was used as the gold standard to compare the diagnostic efficacy indicators of the two devices, including sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy. At the same time, the change of time delay in each stage before and after the implementation of the “one-network ECG system” was analyzed. **Results** The sensitivity of portable 12-lead electrocardiograph in diagnosis of AMI was 90.4% (47/52), specificity was 93.6% (44/47), PPV was 94.0% (47/50), NPV was 89.8% (44/49) and accuracy was 84.3% (91/108). At the same time, the corresponding indexes of the hospital's routine electrocardiograph were sensitivity 92.3% (48/52), specificity 93.8% (45/48), PPV 94.1% (48/51), NPV 91.8% (45/49), and accuracy 86.1% (93/108), respectively. After the implementation of the “one-network ECG system”, the total delay time from the first medical contact (FMC) to the confirmed referral for patients was shortened from (150.0±25.3) min before implementation to (28.0±8.6) min ($P<0.01$). **Conclusion** The portable 12-lead electrocardiograph has good diagnostic efficacy in early screening of AMI in primary Chinese medicine hospitals, and its accuracy is comparable to that of the hospital's routine electrocardiograph. Moreover, the combination of “one-network ECG system” can realize remote real-time diagnosis, significantly shorten the delay of treatment time, and is suitable for popularization and application in primary medical institutions.

收稿日期: 2026-02-15。

作者简介: 李 娜, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 心脑血管病内科。E-mail: 18838260663@163.com。

通信作者: 郑玉岩, 本科, 主任医师, 研究方向: 心脑血管病内科。E-mail: 504424894@qq.com。

【Key words】 Portable 12-lead electrocardiograph; Acute myocardial infarction; Early screening; Primary traditional Chinese medicine hospitals

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是心血管急危重症,发病急、病死率高^[1]。心电图是其最快速的无创诊断手段^[2]。国际上已有多项研究验证了便携及可穿戴心电设备的可行性与应用前景。本研究以郑州市管城中医院为应用场景,采用前瞻性配对诊断试验设计,以临床最终诊断为“金标准”,评价便携式 12 导联心电图机在基层中医院 AMI 早期筛查中的诊断效能及“心电一张网”对缩短救治时间延误的效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

前瞻性选取 2023 年 1 月至 2025 年 12 月郑州市管城中医院普通内科收治的疑似急性胸痛患者 108 例。其中男性 62 例(57.4%),女性 46 例(42.6%);年龄 35~88 岁,平均(62.3±11.7)岁。本研究经郑州市管城中医院伦理委员会审批通过(批件号:GCZYY-2022-038),所有患者均签署知情同意书。

纳入标准:① 年龄≥18 岁;② 以胸痛、胸闷为主诉,发病≤12 h(超 12 h 者心电图趋于稳定,诊断价值下降);③ 能配合完成 12 导联心电图检查;④ 同意以临床最终诊断作为验证标准。排除标准:① 陈旧心梗伴永久病理性 Q 波(干扰新发 AMI 的 ST-T 判读);② 严重肝肾功能不全、恶性肿瘤或终末期疾病;③ 起搏器植入术后或持续性房颤;④ 拒绝签署知情同意书或中途退出。

1.2 研究方法

采用前瞻性配对诊断试验设计。患者到院后 10 min 内同步完成便携式 12 导联心电图机(DE-12P, 1 000 Hz, CMRR≥100 dB)和常规心电图机(ECG-2350, 1000 Hz, 滤波器 0.05~150 Hz)的心电采集。2 个设备共用同一组电极、同一时间基准同步触发采集,消除心率变异性影响。便携式数据通过 4G/5G 实时上传至郑州市中心医院远程心电诊断中心由 2 名副高以上心电专科医师独立判读,不一致时由第 3 名主任医师裁定。常规心电图由 2 名中级以上心电图室医师按常规流程判读,不一致时由第 3 名副主任医师裁定,确保判读资质对等。

AMI 诊断标准参照欧洲心脏病学会(European Society of Cardiology, ESC)/美国心脏病学会

(American College of Cardiology, ACC)指南“金标准”依据第 4 版心肌梗死通用定义,“金标准”中的 ST-T 动态演变来源于院内常规心电图机的多次复查结果(入院即刻及发病后 6 h、12 h、24 h),而非便携式设备的单次采集。便携式设备仅用于入院时的单次筛查采集。由 2 名主治医师及以上医师综合判定,不一致时由第 3 名主任医师裁定。

以“心电一张网”2024 年 1 月系统上线作为时间分界点,前瞻性连续入组的患者按照该时间节点自然分为实施前组(42 例)和实施后组(66 例)。其中,诊断效能分析纳入全部 108 例患者资料;救治时间延误指标的比较仅在上述两个队列间开展。记录首次医疗接触(first medical contact, FMC)至心电图完成、心电图传输至上级诊断中心、上级诊断中心反馈诊断结果、确诊至转诊决策完成的时间,计算总延误时间。

1.3 观察指标

主要指标:① 便携式 12 导联心电图机诊断 AMI 的敏感度、特异度、阳性预测值(positive predictive value, PPV)、阴性预测值(negative predictive value, NPV)和准确率;② 便携式 12 导联心电图机检测结果与临床最终诊断的一致性;③ “心电一张网”实施前后各救治阶段时间延误的变化情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法;两种设备诊断结果的配对比较采用 McNemar 检验。以临床最终诊断为“金标准”,计算诊断效能指标及 95% 置信区间(95% confidence interval, 95%CI)。绘制受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under curve, AUC)。DeLong 检验比较两条相关 ROC 曲线 AUC 的差异。诊断一致性用 Kappa 检验, Kappa≥0.75 提示一致性良好, 0.40~0.75 为一致性中等, <0.40 为一致性较差。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象基线特征

108 例疑似胸痛患者中,确诊 AMI 52 例

(48.1%), 其中 ST 段抬高型心肌梗死 (ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI) 38 例、非 ST 段抬高型心肌梗死 (non-ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI) 10 例、左束支传导阻

滞 (left bundle branch block, LBBB) 合并 AMI 4 例; 非 AMI 组 56 例。两组性别、高血压史等差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$), 但 AMI 组年龄高于非 AMI 组 ($P = 0.002$), 年龄基线不具可比性 (表 1)。

表 1 AMI 组与非 AMI 组患者基线资料比较

项目	AMI 组 ($n=52$)	非 AMI 组 ($n=56$)	t/χ^2	P
年龄, ($\bar{x} \pm s$, 岁)	65.8 $\pm$ 10.2	59.1 $\pm$ 12.4	3.120	0.002
男性 [例 (%)]	32 (61.5)	30 (53.6)	0.721	0.396
高血压 [例 (%)]	28 (53.8)	24 (42.9)	1.272	0.260
糖尿病 [例 (%)]	18 (34.6)	16 (28.6)	0.463	0.497
吸烟史 [例 (%)]	22 (42.3)	20 (35.7)	0.484	0.489
STEMI [例 (%)]	38 (73.1)	—	—	—
NSTEMI [例 (%)]	10 (19.2)	—	—	—
LBBB 合并 AMI [例 (%)]	4 (7.7)	—	—	—

注: AMI: 急性心肌梗死; STEMI: ST 段抬高型心肌梗死; NSTEMI: 非 ST 段抬高型心肌梗死; LBBB: 左束支传导阻滞。

2.2 便携式与常规心电图机诊断效能比较

以临床最终诊断为“金标准”, 便携式心电图机诊断 AMI 的敏感度 90.4%、特异度 93.6%、PPV 94.0%、NPV 89.8%、准确率 84.3%; Kappa=0.73, 提示该设备与临床最终诊断具有较好的一致性。常规心电图机上述指标依次为 92.3%、93.8%、94.1%、91.8%、86.1%。两种设备各诊断指标差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。ROC 曲线显示, AUC 分别为 0.942 (95%CI: 0.835 ~ 0.998) 和 0.951 (95%CI: 0.776 ~ 0.973) (DeLong 检验, $P = 0.529$) (图 1)。

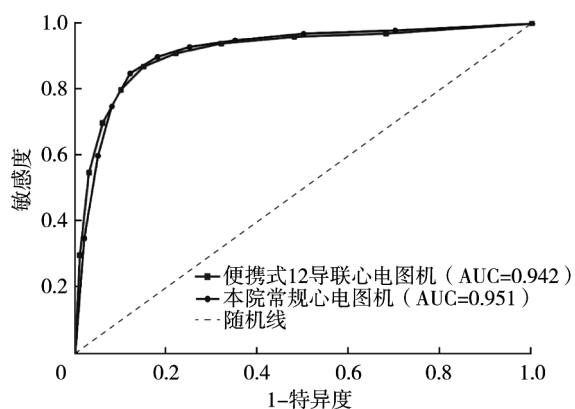


图 1 两种设备诊断 AMI 的 ROC 曲线

注: AMI: 急性心肌梗死; ROC: 受试者操作特征; AUC: 曲线下面积。

两种设备特异度分母 (便携式 47 例、常规 48 例) 小于金标准非 AMI 总数 56 例, 系部分患者信号质量不佳未纳入有效判读样本 (表 2、表 3)。表 2、表 3 中便携式设备与常规心电图机数据均来源于患者入院时的单次筛查采集。

表 2 两种设备诊断 AMI 的结果比较

便携式 12 导联心电图机	便携式阳性	便携式阴性	合计
临床最终诊断阳性	47	5	52
临床最终诊断阴性	3	53	56
合计	50	58	108
常规心电图机	常规阳性	常规阴性	合计
临床最终诊断阳性	48	4	52
临床最终诊断阴性	3	53	56
合计	51	57	108

注: AMI: 急性心肌梗死。

表 3 两种设备诊断 AMI 的效能指标比较

诊断指标	便携式	常规	χ^2	P
敏感度	90.4% (47/52)	92.3% (48/52)	0.333	0.564
特异度	93.6% (44/47)	93.8% (45/48)	—	1.000*
PPV	94.0% (47/50)	94.1% (48/51)	—	1.000*
NPV	89.8% (44/49)	91.8% (45/49)	0.081	0.782
准确率	84.3% (91/108)	86.1% (93/108)	0.032	0.862

注: AMI: 急性心肌梗死; PPV: 阳性预测值; NPV: 阴性预测值。
*因理论频数 < 5 , 采用 Fisher 确切概率法。

2.3 “心电一张网”实施前后时间延误分析

“心电一张网”实施前, 从 FMC 至心电图完成、心电图传输至上级诊断中心、上级反馈诊断结果、确诊至转诊决策完成各阶段时间分别为 (15.0 $\pm$ 5.2)、(45.0 $\pm$ 12.3)、(60.0 $\pm$ 15.7)、(30.0 $\pm$ 8.9) min, 总延误时间 (150.0 $\pm$ 25.3) min; 实施后分别缩短至 (8.0 $\pm$ 3.1)、(5.0 $\pm$ 2.8)、(5.0 $\pm$ 2.5)、(10.0 $\pm$ 4.2) min, 总延误时间降至 (28.0 $\pm$ 8.6) min ($P < 0.001$, $t = -30.33$) (表 4)。

表 4 “心电一张网”实施前后各阶段时间延误比较($\bar{x}\pm s$,min)

阶段	实施前	实施后	<i>t</i>	<i>P</i>
FMC 至心电图完成	15.0±5.2	8.0±3.1	-7.88	<0.001
心电图传输至上级诊断中心	45.0±12.3	5.0±2.8	-20.74	<0.001
上级反馈诊断结果	60.0±15.7	5.0±2.5	-22.52	<0.001
确诊至转诊决策完成	30.0±8.9	10.0±4.2	-13.63	<0.001
总延误时间	150.0±25.3	28.0±8.6	-30.33	<0.001

注：FMC：首次医疗接触。

3 讨论

本研究中便携式设备诊断 AMI 的敏感度 90.4%、特异度 93.6%、AUC 0.942, Kappa 0.73, 表明其具有良好的可靠性,与芦婷婷等^[3]的研究结论一致。敏感度略低于常规设备,可能与电极片接触面积小致信号质量下降及 NSTEMI 患者微伏级信号识别能力受限有关^[4-6]。但这种差异在临床实践中意义有限,因便携式设备的核心优势在于可及性和时效性。

“心电一张网”实施后,总延误时间从(150.0±25.3)min 缩短至(28.0±8.6)min,降幅达 81.3%。其中心电图传输至上级诊断中心时间从 45 min 降至 5 min,上级反馈诊断结果时间从 60 min 降至 5 min,两项改善合计贡献总降幅的 77.9%。Arinaga 等^[7]的研究也证实移动云端 12 导联传输系统可缩短发病至球囊扩张时间约 40 min。这一结果充分证明,信息化手段在基层心电诊断中的赋能效应远超设备本身的升级换代。多项研究也显示,“心电一张网”使基层医疗机构心电图诊断报告的回报时间从平均 40 min 缩短至 5 min 以内。

本研究创新之处:① 填补了基层中医院便携式 12 导联心电图用于 AMI 早期筛查评价的空白;② 将诊断效能评价与时间延误分析相结合;③ 样本涵盖 STEMI、NSTEMI 及 LBBB 合并 AMI 等多种亚型。便携式设备配合远程诊断中心模式,实现了“设备到村、诊断到县、救治到市”的三级联动,且采购成本仅为常规台式设备的 60%~70%。

本研究存在以下局限:① 单中心、小样本,可能存在选择偏倚;② 年龄基线不具可比性,可能影响诊断效能评价;③ 2 个设备判读医师资质不完全对等,可能引入评价偏倚;④ 前后队列非随机分组,存在时间混杂因素;⑤ 排除了起搏器植入、房颤等患

者,结论外推性受限;⑥ 研究周期跨越 3 年,设备固件及人工智能(artificial intelligence, AI)算法更新可能产生影响;⑦ 未进行亚组分析;⑧ 未涉及成本-效益分析。

综上,便携式 12 导联心电图机在基层中医院 AMI 早期筛查中诊断效能较高(敏感度为 90.4%、特异度为 93.6%、AUC=0.942),结合“心电一张网”可将总延误时间从 150 min 缩短至 28 min(降幅 81.3%),后者主要得益于流程再造而非便携式设备单一因素。该设备适合在缺乏冠脉造影检查条件和心电专业诊断医师的基层医院推广应用。未来可进一步开展研究,探索 AI 辅助判读与便携式心电图设备的深度融合,以及基于少导联数据重建多导联心电图的生成式 AI 技术。

参考文献

[1] 王晋丽, 陈韵岱, 郅玲, 等. 12 导联实时可穿戴心电设备在家庭和基层医院患者远程早期事件监测中的应用[J]. 实用心电学杂志, 2021, 30 (5): 305-309, 317.

[2] 沈娟, 陈韬, 赖杰伟, 等. 12 导联穿戴心电设备在院前诊断急性 ST 段抬高型心肌梗死中的应用[J]. 南方医科大学学报, 2022, 42 (10): 1566-1571.

[3] 芦婷婷, 曹瑞华, 王雨嘉, 等. 便携式掌式 12 导联心电信号采集装置在老年心血管疾病中的诊断效能[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2023, 22 (11): 842-846.

[4] 彭波, 易欣, 聂旭日. 远程传输心电图机对急性心肌梗死的诊断价值[J]. 实用心电学杂志, 2020, 29 (6): 414-416.

[5] 叶廷巧, 杨衡, 蒋涛, 等. 县域“心电一张网”建设对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者救治效率与临床预后的影响[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2025, 33 (10): 561-567.

[6] 魏金玲, 赵洪光, 牛少林, 等. 基层医疗区域“心电一张网”运行效果分析[J]. 心血管病防治知识(学术版), 2025, 15 (22): 50-57.

[7] ARINAGA T, SUEMATSU Y, NAKAMURA A, et al. The effectiveness of mobile cloud 12-lead electrocardiogram transmission system in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58(2):247.