

基于无创心排量监测的急性心肌梗死教学模式对医学生早期风险识别能力的培养

俞泓，张璐，王芳，荆丽敏，张明，张蛟

作者单位：首都医科大学电力教学医院（国家电网公司北京电力医院）心内科，北京，100073

【摘要】 目的 探讨无创心排量监测在急性心肌梗死临床教学中的应用效果，评价其在提升医学生早期心功能风险识别能力方面的作用。**方法** 选取2025年1月至6月在首都医科大学电力教学医院（国家电网公司北京电力医院）心内科实习的五年级首次入科实习医学生30名作为对照组，实施单纯以问题为基础学习（problem-based learning, PBL）教学；选取2025年7月至12月同层次实习医学生30名作为观察组，实施无创心排量监测联合PBL教学。两组教学大纲、带教师资及考核标准一致。对照组采用传统临床教学模式；观察组在传统教学基础上融入无创心排量监测教学，重点强化急性心肌梗死早期血流动力学异常识别与风险预警训练。对比两组学生的临床技能、理论考核成绩、教学效果及教学满意度。**结果** 观察组的病史采集、体格检查、诊疗方案制定及理论考核成绩均显著高于对照组（ $P<0.05$ ）；观察组的学习兴趣、独立思考能力、临床问题解决能力、教学效果总分及满意度均显著优于对照组（ $P<0.05$ ）。**结论** 在急性心肌梗死临床教学中应用无创心排量监测，能有效弥补传统教学的不足，帮助医学生建立早期心功能风险识别意识，提升其快速识别、准确评估心功能及制定个体化治疗策略的临床能力。该教学模式效果显著，为心血管急重症临床教学改革提供了有价值的参考依据。

【关键词】 无创心排量监测；急性心肌梗死；临床教学；早期风险识别；心功能评估

中图分类号： R541.4；G642

通信作者：张蛟，Email:15011558161@163.com

基金项目：国中康健科研项目（SGGK0000KXJS2200446）；北京市自然科学基金（7234398）

急性心肌梗死（acute myocardial infarction, AMI）起病急、进展快、病死率高，是全球心血管急重症教学与临床救治的重点。AMI救治的关键在于快速识别、准确评估心功能并制定个体化治疗策略；其中，早期识别血流动力学异常与危险分层直接影响诊疗决策与患者预后^[1-2]。

以问题为基础学习（problem-based learning, PBL）是当前临床教学的常用模式，可通过病例讨论提升学生的自主学习与临床思维能力^[3]。然而，在AMI

教学中，传统 PBL 多依赖症状、体征、心电图及实验室检查进行推理，缺乏直观、量化的心功能评估手段^[4]。这导致学生难以早期察觉血流动力学异常与潜在风险，对“病理生理改变-心功能受损-诊疗决策”逻辑链条的理解较为抽象，与真实临床救治需求存在差距。

无创心排血量监测可实时、无创、连续获取心排血量（cardiac output, CO）、心脏指数（cardiac index, CI）等关键血流动力学指标。该技术操作简便、安全性高，能够将抽象的心功能状态转化为可视化数据，为早期心功能评估与危险识别提供客观依据^[5]。本研究将无创心排血量监测与 PBL 教学模式融合，应用于 AMI 临床教学，旨在弥补传统教学的不足，强化学生对心功能的早期识别、精准评估与个体化诊疗能力，为优化心血管急重症临床教学方案提供依据。

1 材料与方法

1.1 一般资料

选取 2025 年 1 月 1 日至 6 月 30 日在首都医科大学电力教学医院（国家电网公司北京电力医院）心内科实习的五年级首次入科实习医学生 30 名作为对照组，采用 PBL 模式。其中男 17 人，女 13 人，平均年龄（22.37±1.18）岁。另选取 2025 年 7 月 1 日至 12 月 31 日同校、同年级、同培养方案、首次入科实习医学生 30 名作为观察组，采用无创心排血量监测技术结合 PBL 模式。其中男 11 人，女 19 人，平均年龄（22.72±1.22）岁。纳入标准为：①在首都医科大学电力教学医院（国家电网公司北京电力医院）心内科进行临床实习；②自愿参与本研究并签署知情同意书；③未参与过同类教学干预研究。排除标准为：资料不全、中途退出或无法完成全部考核。两组学生在年龄、性别、入学成绩、前期理论课程考核成绩方面比较，差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ），基线水平一致，具有可比性。

1.2 教学方法

两组学生在实习大纲、实习内容、课时安排及考核标准上保持一致，以确保实验具有可比性。带教老师均由主治医师及以上职称人员担任，具备 5 年以上教学经验，并经过统一的 PBL 教学与无创监测操作培训，以保证教学同质化。为最大限度削减“时间效应”对教学效果的潜在干扰，所有带教老师在上半年教学开始前均已接受统一的标准化 PBL 引导式模拟试讲，且在全年的教学周期内每两周进行一次集体备课与教学复盘，确保教学理念与引导技巧的连贯性。两组带教师资完全一致，教学所用病例均来自科室固定的标准化 AMI 病例库，且两个时间段所选用的病例，其病情复杂程度与诊疗难度评分经科内教学

小组盲评后无统计学差异 ($P>0.05$)。

对照组采用传统 PBL 模式教学。教学内容围绕急性心肌梗死的基础知识展开，涵盖病因、病理生理、临床表现及治疗原则。教学实施分为准备、讨论和反馈三个阶段：①准备阶段：教师提供 AMI 典型病例并明确学习问题，学生课前自主查阅指南、文献与教材；②讨论阶段：学生以 5~6 人为一组，围绕病例的病因、临床表现、诊断、鉴别诊断及治疗原则展开讨论，每次 40 分钟；③反馈阶段：教师进行总结、点评与纠错，帮助学生构建系统的知识体系。

观察组在 PBL 教学基础上，融入无创心排量监测技术，并重点强化“早期风险识别”教学。具体措施如下：①理论教学：重点讲授 AMI 早期血流动力学改变特点。教学强调 CO 和 CI 下降是早期心功能受损及低心排量风险的核心预警信号；即使症状与体征尚不典型，亦提示预后不良。②实践操作：教师示教无创心排量监测设备，指导学生通过模拟病例与真实患者完成数据采集。重点识别 CO 降低、CI 下降及全身血管阻力（systemic vascular resistance, SVR）代偿性升高等早期风险指标。③ PBL 整合讨论：以“如何早期识别 AMI 隐匿性心功能不全与低心排量风险”为核心问题，引导学生结合监测数值变化，在症状与体征不典型阶段主动判断心功能受损。学生据此制定个体化干预策略，强化“先评估心功能、再决策治疗”的临床思维，从而建立早期风险识别与预警意识。

为充分保障教学公平性与伦理合规性，在本研究全部考核及数据收集完成后（即观察组实习轮转结束后），科室已统一对对照组学生追加了“无创心排量监测在 AMI 中应用”的专题理论讲座与模拟操作，确保所有同期实习学生均能平等接触该项前沿监测技术，未对任何学生的正常教学权益造成损害。

1.3 观察指标

临床技能考核：采用多站式客观结构化临床考试（objective structured clinical examination, OSCE）进行评价。考核涵盖病史采集、体格检查及诊疗方案制定 3 个项目，单项满分 10 分。各项目均设置早期风险识别能力评分细则：①病史采集（3 分）：考核主动询问早期心功能不全隐匿症状的能力；②体格检查（3 分）：考核主动评估早期心衰体征的能力；③诊疗方案制定（4 分）：考核主动风险分层与个体化策略制定的能力。考核由 2 名对分组不知情的带教老师独立评分，取平均值。

理论知识考核：采用闭卷笔试，满分 100 分。内容覆盖 AMI 的病理生理、诊断、治疗、血流动力学监测及早期风险分层相关知识，旨在评估学生对 AMI 理论知识的掌握情况。

教学效果评价：采用经信效度检验的自制量表进行评价。量表整体 Cronbach's $\alpha=0.84$ ，其中早期风险识别维度 Cronbach's $\alpha=0.81$ ，包含学习兴趣、

独立思考能力、早期风险识别与临床问题解决能力、师生沟通 4 个维度。每项满分 10 分，分值越高表明教学效果越好。

教学满意度调查：采用 0~10 分评分量表，评估学生对教学方法与内容的满意程度，分值越高表示满意度越高。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。样本量估算：参考 2022 年已发表的同类型临床教学研究核心结局数据^[6]，采用 PASS 15.0 软件进行两独立样本均数比较计算，设定 $\alpha=0.05$ （双侧），检验效能 $1-\beta=0.8$ ，两组 1:1 匹配，计算得每组最小样本量为 21 例，本研究每组纳入 30 例，满足统计检验效能要求。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；计数资料以例数 (%) 表示，组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床技能及理论考核成绩比较

观察组在病史采集、体格检查、诊疗方案制定及理论考核方面的得分均显著高于对照组，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$ ），详见表 1。

表 1 两组临床技能及理论考核成绩比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	病史采集	体格检查	诊疗方案制定	理论考核总分
对照组 (n=30)	7.95±1.42	8.13±1.35	8.36±1.17	89.56±5.71
观察组 (n=30)	8.72±1.23	8.91±1.52	9.22±1.87	92.33±4.82
<i>t</i>	2.245	2.102	2.135	2.030
<i>P</i>	0.029	0.040	0.037	0.047

2.2 两组教学效果与教学满意度比较

观察组的教学效果各维度评分、总分及教学满意度均显著高于对照组，差异具有统计学意义（均 $P<0.05$ ），详见表 2。

表 2 两组教学效果与教学满意度比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	学习兴趣	独立思考	临床解决问题能力	师生沟通	教学效果总分	教学满意度
对照组 (n=30)	7.38±1.35	7.64±1.37	6.98±2.17	7.78±1.53	29.53±4.77	8.37±1.35
观察组 (n=30)	8.25±1.27	8.33±1.08	8.15±2.32	8.83±2.04	34.18±5.25	9.36±1.68
<i>t</i>	2.571	2.041	2.466	2.019	2.798	2.516
<i>P</i>	0.013	0.046	0.017	0.048	0.007	0.015

3 讨论

急性心肌梗死具有起病急、病情进展迅速的特点。救治的关键在于快速识别、准确评估心功能并制定个体化治疗策略。能否早期发现隐匿性心功能不

10.12201/bmr.202606.00069V1

全、低 CO 等高危状态，直接决定临床决策的时效性与患者预后^[7-8]。这也是 AMI 临床教学必须重点强化的核心能力。本研究结果显示，观察组在临床技能、理论考核、教学效果及满意度方面均显著优于单纯 PBL 教学组。这提示将无创心排血量监测与 PBL 教学融合，可有效弥补传统教学短板，帮助医学生建立早期风险识别意识，更贴合临床急救实际需求。

传统 PBL 教学以病例问题为导向，在培养学生自主学习、诊疗思路构建及团队协作方面具有公认优势，是当前临床教学的主流模式^[9]。然而，在 AMI 血流动力学教学中，单纯 PBL 模式存在明显不足。该模式多依托症状、体征、心电图及实验室检查进行逻辑推理，缺乏客观、直观、量化的心功能评价依据^[10]。学生普遍缺乏“主动寻找心功能异常、早期预警风险”的意识，对隐匿性泵功能下降、休克前期等高危状态往往“无意识、无判断、无思路”，难以满足临床对快速识别与早期评估的要求。此外，学生对 AMI 后心肌坏死、CO 下降、组织灌注不足之间的病理生理联系多停留在理论记忆层面，难以形成“心功能评估为先、个体化策略跟进”的规范化临床思维。

无创心排血量监测的引入有效弥补了传统 PBL 教学的上述缺陷。该技术能够实时、无创且连续地提供 CO、CI 及 SVR 等直观血流动力学数据，将抽象的心功能变化转化为可视化、可量化的数值^[11]。这种直观呈现不仅加深了学生对心功能的理解，更促使其主动建立早期识别心功能异常与警惕潜在风险的意识。本研究结果显示，观察组在病史采集、体格检查及诊疗方案制定方面的得分均显著提高。深入剖析该教学模式的效果形成机制，本研究认为其根植于教育心理学中“认知负荷理论”与“体验式学习理论”的协同效应^[12-13]。一方面，无创心排血量监测技术将 AMI 后心排血量下降、外周血管代偿性收缩等原本抽象的病理生理改变实时转化为可视化动态数据，有效降低了学生对复杂血流动力学概念的认知负荷，帮助其在监测数值与心功能状态、代偿水平及组织灌注风险之间建立清晰关联，此为技术赋能下的理论认知跃升。另一方面，学生在独立操作设备、判读真实数据的过程中，完成了从被动接收者向主动探究者的角色转变，这种沉浸式实操体验强化了其临床直觉与责任意识，使其在症状尚不典型时即能主动寻求血流动力学层面的客观依据，此为实践驱动下的临床思维固化。上述两条路径相互交织、协同增益，共同促成学习者早期风险识别与临床决策能力的显著提升。

依托无创心排血量监测提供的客观量化指标，学生可对心功能状态进行精准评估并据此制定个体化治疗策略，使教学实践与急性心肌梗死临床救治中对早期识别、心功能评估及分层干预的核心要求紧密衔接。相较于传统 PBL 模式中依赖经验性推断的教学方式，该联合模式以客观血流动力学数据为支撑，为补液、利尿及血管活性药物选择等关键决策提供量化依据，显著提升了临床决

策的科学性与精准性^[6]。此外，可视化数据呈现与实操训练有效激发了学生的内在学习动机，强化了其独立分析与解决实际问题的能力^[4]，师生互动亦因目标明确而更具针对性，教学满意度显著提升，提示该模式具有良好的教学可接受性与转化效果。

本研究存在以下局限性。第一，采用单中心非随机历史对照设计，虽在基线资料、带教师资及病例难度上进行了同质化控制，但时间效应难以完全排除（带教老师下半年教学熟练度的自然提升，以及两批学生间可能存在的隐性学习能力差异，均可能干扰干预效果的归因）。同时，受教学研究条件所限，未能实施设盲，观察组学生因知晓接受新教学方法可能产生新奇效应，带教老师亦可能存在无意识的教学投入差异，这些因素均可能在一定程度上夸大干预效果。但需指出，心排量、心脏指数等血流动力学指标判读具有明确的量化阈值，学生核心能力从定性推测向定量评估的转变，其根本驱动力仍源于技术本身提供的可视化客观依据。第二，单中心小样本的探索性研究使得结论的外部有效性受限，其结果能否推广至不同层级医院或教学体系尚需进一步验证。第三，仅评价了教学干预后的即时效果，未对教学效果的长期留存进行追踪。第四，部分评价指标虽经 OSCE 标准化考核及信效度检验，但仍难以完全规避主观性偏倚。针对上述不足，本课题组下一步拟联合区域内兄弟医院开展多中心、前瞻性随机对照教学研究，并纳入长期随访（如毕业后临床胜任力评价），以进一步验证该教学模式的有效性与普适性。

综上所述，无创心排量监测联合 PBL 教学有效解决了传统 PBL 教学中学生缺乏早期风险识别意识、难以快速识别心功能异常的问题。该模式通过直观量化的血流动力学数据带来强烈感性冲击，帮助学生牢固建立早期风险识别思维，显著提升其对 AMI 患者快速识别、准确评估心功能及制定个体化策略的核心临床能力。该方法近期教学效果确切、实用性强，为急性心肌梗死临床教学的优化提供了可行且有效的路径，具有重要的推广参考价值。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care. 2024;13(1):55-161.
- [2] Thiele H, Zeymer U, Akin I, et al. Extracorporeal life support in infarct-related cardiogenic shock[J]. N Engl J Med. 2023;389(14):1286-1297.
- [3] 王莉莉,王乃琪,刘海霞,等.情境模拟联合 PBL 在心血管疾病教学中的应用[J].全科医学临床与教育,2023,21(10):907-909.

- [4] Lin Y, He X, Dai W, et al. The application and effectiveness of PBL combined with MDT and flipped classroom teaching method in acute coronary syndrome education for undergraduate medical students[J]. BMC Med Educ. 2025;25(1):1559.
- [5] Lewicki L, Fijalkowska M, Karwowski M, et al. The non-invasive evaluation of heart function in patients with an acute myocardial infarction: The role of impedance cardiography[J]. Cardiol J. 2021;28(1):77-85.
- [6] 王艳玲,孙希鹏,谭静,等.无创血流动力学监测联合 CBL 教学法在心力衰竭临床教学中的应用[J].中国病案,2022,23(12):94-97.
- [7] 韦霄攀,高俊峰,王乐丰,等.急性心肌梗死误诊原因分析及防范对策[J].临床误诊误治,2025,38(08):23-28..
- [8] 崔颖,周彤.急性心肌梗死血清学危险评估的研究进展[J].中华灾害救援医学,2022,10(01):30-34.
- [9] 侯莉明,王晓明.PBL 教学在中国临床医学课程教学中应用的 Meta 荟萃分析[J].国际老年医学杂志,2022,43(02):253-257.
- [10] 潘芹芹,沈捷,李莺,等.传统教学结合 PBL 教学模式在输血医学教学中的应用——以《临床输血检验技术》教学为例[J].中国输血杂志,2023,36(08):741-745.
- [11] 梁家志,陈文婷,李诗诣.无创心排量联合 NT-proBNP 监测在急性心肌梗死患者中的应用[J].岭南急诊医学杂志,2023,28(04):340-342.
- [12] Itoh T, Matsumura T, Gamasawa M, et al. Practical training of the initial response to acute myocardial infarction using a high-performance simulator based on Kolb's experiential learning model[J]. Circ Rep. 2026;8(6):1013-1015.
- [13] Si J. Using cognitive load theory to tailor clinical reasoning training for preclinical medical students[J]. BMC Med Educ. 2024;24(1):1185.
- [14] Wei H, Sheng N, Wang X, et al. Enhancing practical skills in medical education: evaluating the efficacy of virtual simulation teaching through Kolb's experiential learning model. Adv Med Educ Pract[J]. 2025;16:1129-1139.