

PAL 在医学超声教育中的应用进展

何秀丽^{1a}, 蔡涛^{1b 1}

1a. 川北医学院附属医院超声科, 南充 637000; 1b. 川北医学院附属医院泌尿外科, 南充 637000;

摘要:

同伴辅助学习 (Peer-Assisted Learning, PAL) 作为一种以学习者为中心的教学模式, 近年来逐渐应用于医学超声教育。本文结合相关研究进展, 对 PAL 在急诊与创伤超声培训、超声技能长期保持、数字化教学整合、同伴教员培训及课程设计中的应用进行综述。现有研究表明, 在标准化课程和规范化培训体系支持下, PAL 在超声教学中的效果总体可达到与传统教师教学相近的水平, 并在技能保持、教学资源优化及课程可扩展性方面显示出一定优势。然而, 目前仍存在评价标准不统一、长期随访证据不足及教员培训模式异质性较大等问题。未来需进一步完善同伴教员培训体系, 建立标准化评价框架, 并探索人工智能辅助反馈和远程教学等新技术与 PAL 模式的融合应用。

关键词: 同伴辅助学习; 医学超声教育; 点位超声; 近同伴教学

一、引言

随着医学教育逐渐向胜任力导向医学教育 (Competency-Based Medical Education, CBME) 模式发展, 以及超声在临床诊疗中的应用不断扩展, 如何在有限教学资源条件下提高医学超声培训效率, 已成为当前医学教育的重要问题^[1, 2]。超声教学高度依赖实践操作与实时反馈, 而传统教师主导模式常受师资及教学资源限制。近年来, 多项随机对照研究与质量评估研究为 PAL 在超声教育中的应用提供了循证依据。

PAL 是指经过培训的高年资学习者或近同伴参与教学活动, 通过同伴间互动促进知识与技能获取, 并已在医学教育领域得到广泛应用^[3, 4]。

值得注意的是, 目前关于 PAL 在超声教育中的研究结果并不完全一致。现有系统综述虽然普遍支持 PAL 在超声教学中的应用, 但不同研究在学习对象、课程结构、教员培训模式及技能评估标准等方面存在较大异质性, 因此其教学效果仍受到课程设计与教学支持体系等因素影响^[5]。在此背景下, 针对不同临床场景下的等效性/非劣效性验证、长周期技能保持以及小教员质量控制, 全球医学教育界开展了多项大样本随机对照试验 (RCT) 与定量质控研究, 为 PAL 在医学超声教育中的均质化输出提供了坚实的循证医学证据。

二、PAL 在急诊与创伤超声培训中的应用

近年来，PAL 逐渐被应用于急诊与创伤超声（Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma, eFAST）等高时效性临床技能培训场景。

Szalai 等人^[6]在医学生中开展了一项随机对照研究，比较了同伴导师与临床教师在 eFAST 教学中的效果。研究采用标准化课程与盲态评估方式，对学员的理论知识与操作技能进行评价。结果显示，两组在技能评分与知识测试方面均未观察到显著差异，提示在标准化培训体系下，PAL 在 eFAST 技能教学中的效果与传统临床教师带教相近。

Miller 等人^[7]进一步在缺乏超声经验的美国陆军战斗卫生员（Army combat medics）中开展了一项单盲、随机对照非劣效性研究，比较专家培训与同伴教员在 FAST hands-on 培训中的效果。研究采用 24 分项任务特异性检查表评估图像质量。结果显示，同伴组学员获得的图像质量评分不劣于专家组（18.25 vs 18.31 分；单侧 95% CI: -3.08; $P = 0.002$ ）。此外，在 40 分制全球评分量表、扫查耗时及学员自信心提升方面，两组亦未观察到显著差异。

现有研究提示，在标准化课程与明确技能目标支持下，PAL 在 eFAST 及 FAST 培训中的教学效果总体不劣于传统教师教学，具有较好的可行性和推广潜力。

三、PAL 对超声技能长期保持的影响

超声技能长期保持依赖持续练习与反馈机制。Leidi 等人^[8]开展的一项随机对照研究进一步评估了结构化同伴督导对 POCUS 技能长期保持的影响。研究对象为接受统一心肺超声基础培训后的内科住院医师，随后随机分为传统自主练习组与同伴导师督导组。结果显示，干预组中 70% 的住院医师完成了至少 25 例 POCUS 检查，而对照组无人达到该数量（ $P < 0.001$ ）。此外，在 6 隔月后的技能复测中，干预组在部分心脏超声图像获取能力方面表现更优。

Hari 等人^[9]在医学生腹部超声教学中开展随机对照试验，将采用混合式学习和间隔重复策略的 near-peer 课程与传统 faculty 课程进行比较。结果显示，6 个月后 near-peer 组知识评分显著高于 faculty 组（37 vs 31 分， $P < 0.001$ ），且技能水平在随访期间基本保持稳定，而 faculty 组技能评分则出现明显下降。研究提示，将 PAL 与混合式学习及间隔重复相结合，可能有助于提高超声教学效果并促进技能长期保持。

现有研究提示，PAL 对超声技能长期保持具有潜在优势，但其效果可能更多来源于持续反馈、重复练习及长期课程设计等因素的共同作用，而非同伴教学本身。

四、数字化教学与自组织学习在 PAL 中的结合应用

随着数字化技术的发展，PAL 逐渐与远程教学、多媒体教学、自组织学习（Self-directed learning）及人工智能辅助反馈等模式相结合。近年来，超声教育领域开始探索如何通过数字化手段提高课程可扩展性，同时缓解超声师资不足的问题。

Dayan 等人^[2]总结了以色列 Ben Gurion University 建立的六年纵向 POCUS 课程建设经验。该课程自 2014 年开始实施，整合了 self-directed learning、peer-led instruction、螺旋式课程设计（spiral curriculum）、AI 辅助反馈及远程教学等多种教学策略，并已累计完成 700 余名医学生的纵向培养。结果提示数字化工具与结构化 PAL 课程结合有助于提高课程可扩展性并缓解师资不足。未来 AI 辅助反馈、超声模拟系统及远程督导有望进一步推动 PAL 标准化发展

五、PAL 教员培训与教学质量控制

同伴教员培训质量直接影响 PAL 课程效果，因此建立规范化 tutor 培训体系已成为超声 PAL 研究的重要方向。

Vaudrey 等人^[10]基于 Merrill 首要教学原理（First Principles of Instruction）设计了一套在线异步同伴教员培训项目，并通过半结构化访谈与反思日志分析其教学效果。研究结果显示，该培训模式能够在激活既有知识（Activating prior learned knowledge）、促进自我评估（Self-assessment）、强化教学准备（Using videos for preparation）及提升教学技巧（Developing teaching techniques）等方面为同伴教员提供支持。

Weimer 等人^[11]对一项包含 11 个模块的超声同伴教员培训项目进行了质量评估。研究共纳入 2980 份学生评价、92 份同伴教员自评、44 份理论考试及 147 份实践考试数据。结果显示，学生评价（ 6.6 ± 0.63 分）、教员自评（ 5.53 ± 0.63 分）、理论考试（ $74.7\% \pm 7.9\%$ ）及实践考试（ $85.6\% \pm 10.5\%$ ）均保持较高水平，且在不同学期之间总体稳定。研究提示，系统化培训有助于维持较高质量的同伴教员培养，并为超声 PAL 课程的标准化建设提供参考。

目前相关研究仍较有限，tutor 培训标准化及质量控制体系仍需进一步完善。

六、不同课程安排模式对 PAL 超声教学效果的影响

除教学主体外，课程安排方式亦可能影响 PAL 超声教学效果。Weimer 等人^[12]比较两种 PAL 课程模式后发现，10 周分散课程组 OSCE 成绩高于 2 天集中课程组

（43 vs 39 分， $P < 0.01$ ），知识净增益亦更高（1.71 vs 1.43， $P < 0.01$ ），提示分散式教学可能更有利于超声技能学习与保持。

七、总结与展望

PAL 在医学超声教育中具有良好的应用前景，在部分场景下可达到与传统教师教学相近的效果。未来仍需进一步完善教员培训体系和课程评价标准，并探索人工智能辅助反馈、远程教学等新技术与 PAL 的深度融合。

- [1] Recker F, Weber E, Strizek B, et al. Point-of-care ultrasound in obstetrics and gynecology[J]. Arch Gynecol Obstet, 2021, 303(4): 871-876.
- [2] Dayan R R, Karni O, Shitrit I B, et al. Principles for Developing a Large-Scale Point-of-Care Ultrasound Education Program: Insights from a Tertiary University Medical Center in Israel[J]. Perspect Med Educ, 2025, 14(1): 319-327.
- [3] Bapuji R, Eagles D, Ferreira N, et al. Comparison of peer-assisted learning with expert-led learning in medical school ultrasound education: a systematic review and meta-analysis[J]. Cjem, 2024, 26(3): 188-197.
- [4] Brierley C, Ellis L, Reid E R. Peer-assisted learning in medical education: A systematic review and meta-analysis[J]. Med Educ, 2022, 56(4): 365-373.
- [5] Winter L, Neubauer R, Weimer J, et al. Peer teachers as ultrasound instructors? - a systematic literature review of peer teaching concepts in undergraduate ultrasound education[J]. BMC Med Educ, 2024, 24(1): 1369.
- [6] Szalai C, Shehada S E, Iancu S, et al. Does the clinical experience of a tutor influence how students learn extended focused assessment with sonography for trauma: A randomized controlled trial[J]. Med Teach, 2022: 1-6.
- [7] Miller C L, Gaa C A, Skaanland A, et al. Expert Versus Peer-Led Hands-on Training for Army Medics: A Non-Inferiority Study of Focused Assessment with Sonography in Trauma Performance[J]. Mil Med, 2026, 191(5-6): e1292-e1298.
- [8] Leidi A, Krauer J, Soret G, et al. Heart and lung point-of-care ultrasonography tutoring in internal medicine: a randomized controlled trial[J]. J Ultrasound, 2025, 28(1): 1-9.
- [9] Hari R, Kälén K, Birrenbach T, et al. Near-peer compared to faculty teaching of abdominal ultrasound for medical students - A randomized-controlled trial[J]. Ultraschall Med, 2024, 45(1): 77-83.
- [10] Vaudrey K, Uy M J T, Thompson A, et al. The Impact of Designing Near-Peer Teacher Training According to Merrill's First Principles of Instruction[J]. Med Sci Educ, 2025, 35(2): 959-967.
- [11] Weimer J, Yilmaz D, Ille C, et al. Quality assessment of a training program for undergraduate sonography peer tutors: paving the future way for peer-assisted learning in medical ultrasound education[J]. Front Med (Lausanne), 2025, 12: 1492596.
- [12] Weimer J, Dionysopoulou A, Strelow K U, et al. Undergraduate ultrasound training: prospective comparison of two different peer assisted course models on national standards[J]. BMC Med Educ, 2023, 23(1): 513.